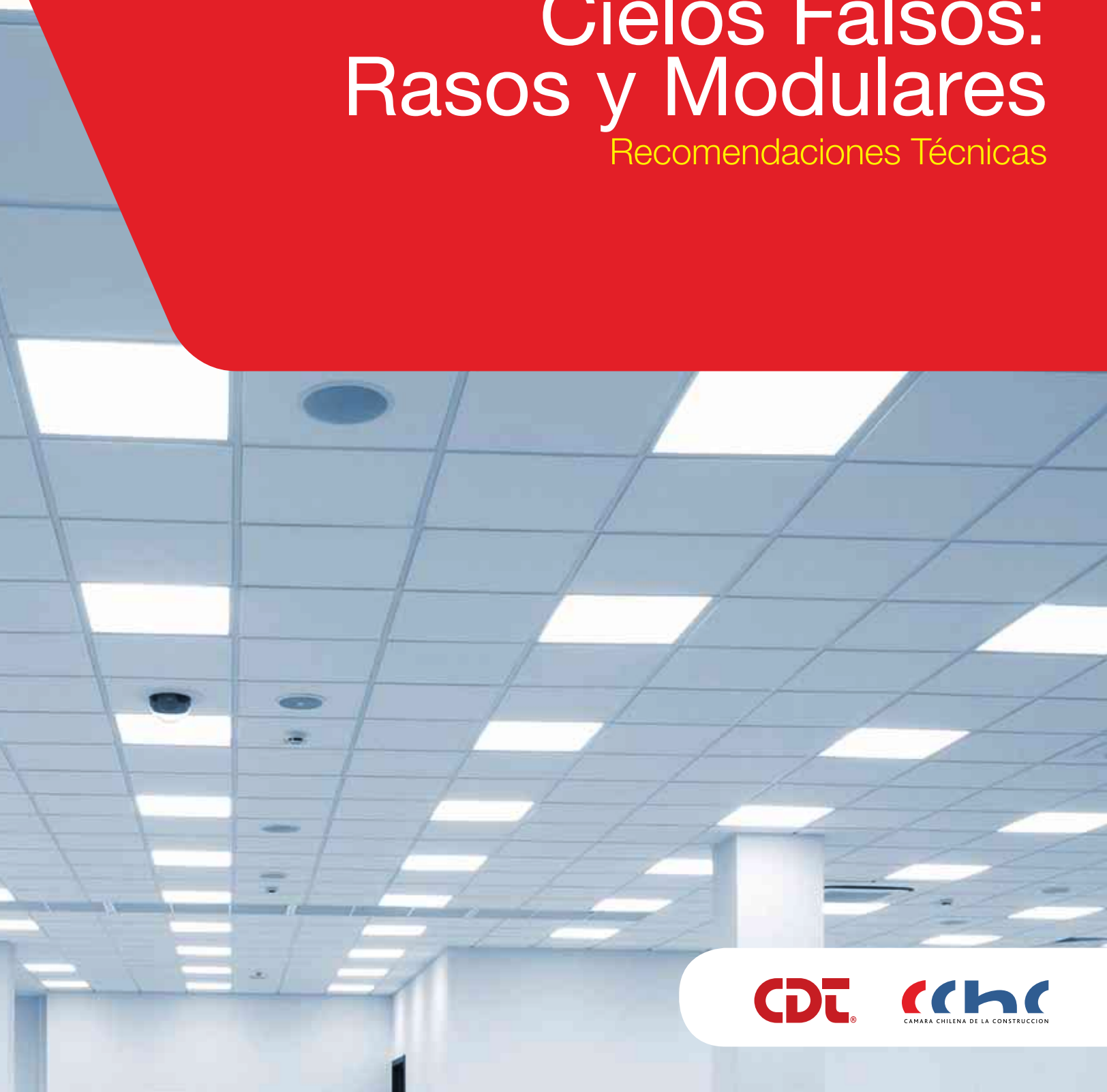


Cielos Falsos: Rasos y Modulares

Recomendaciones Técnicas





Cielos Falsos: Rasos y Modulares

Recomendaciones Técnicas

DOCUMENTO DESARROLLADO POR:

Corporación de Desarrollo Tecnológico - Cámara Chilena de la Construcción

COMITÉ DE REDACCIÓN:

Carlos López (Corporación de Desarrollo Tecnológico)

Rodrigo Retamales (Secretario Técnico)

Thomas Kannegiesser (Secretario Técnico)

COMITÉ TÉCNICO:

- Leonardo Álvarez (Sociedad Industrial Romeral S.A.)
- Manuel Brunet (Cámara Chilena de la Construcción)
- Alejandro Eliash (Cámara Chilena de la Construcción)
- Jorge Canales (Knauf AMF)
- Verónica Catoni (Hunter Douglas Chile S.A.)
- Mauricio Chacón (Sociedad Industrial Romeral S.A.)
- Rubén De María (Armstrong)
- Ricardo Fernández (Compañía Industrial El Volcán S.A.)
- Enrique Hepner (Compañía Industrial El Volcán S.A.)
- Cecilia Larraín (Sociedad Industrial Pizarreño)
- Gabriel Pérez (Sociedad Industrial Romeral S.A.)
- Alejandra Tapia (Knauf de Chile Ltda.)
- Paulo Vitta (Cintac S.A.I.C.)

EDICIÓN PERIODÍSTICA:

Área de Comunicaciones CDT

Marcelo Casares, Subgerente de Comunicaciones

Francesca Chiappa, Periodista

DISEÑO: Alejandro Esquivel

IMPRESIÓN: Trama Impresores S.A.

ISBN: 978-956-7911-20-2

Registro de Propiedad Intelectual: 217.691

1ª Edición, Junio 2012, 1.000 ejemplares

Consulta Pública: Noviembre 2011

Corporación de Desarrollo Tecnológico, CDT

Marchant Pereira 221 Of.11, Providencia. Santiago de Chile. Fono (56 2) 718 7500 - cdt@cdt.cl - www.cdt.cl

Los contenidos del presente documento consideran el estado actual del arte en la materia al momento de su publicación. CDT no escatima esfuerzos para procurar la calidad de la información presentada en sus documentos técnicos. Sin embargo, advierte que es el usuario quien debe velar porque el personal que va a utilizar la información y recomendaciones entregadas esté adecuadamente calificado en la operación y uso de las técnicas y buenas prácticas descritas en este documento, y que dicho personal sea supervisado por profesionales o técnicos especialmente competentes en estas operaciones o usos. El contenido e información de este documento puede modificarse o actualizarse sin previo aviso. CDT puede efectuar también mejoras y/o cambios en los productos y programas informativos descritos en cualquier momento y sin previo aviso, producto de nuevas técnicas o mayor eficiencia en aplicación de habilidades ya existentes. Sin perjuicio de lo anterior, toda persona que haga uso de este documento, de sus indicaciones, recomendaciones o instrucciones, es personalmente responsable del cumplimiento de todas las medidas de seguridad y prevención de riesgos necesarias frente a las leyes, ordenanzas e instrucciones que las entidades encargadas imparten para prevenir accidentes o enfermedades. Asimismo, el usuario de este documento será responsable del cumplimiento de toda la normativa técnica obligatoria que esté vigente, por sobre la interpretación que pueda derivar de la lectura de este documento.



La Corporación de Desarrollo Tecnológico agradece la colaboración de las siguientes empresas e instituciones en la publicación de este documento técnico.





CARLOS ZEPPELIN H.
Presidente

CORPORACIÓN DE DESARROLLO TECNOLÓGICO
Cámara Chilena de la Construcción

TENGO EL HONOR de presentarles un nuevo documento técnico de la Corporación de Desarrollo Tecnológico de la Cámara Chilena de la Construcción, CDT, en el que entregamos al sector algunas recomendaciones técnicas para cielos falsos, rasos y modulares.

La motivación por desarrollar esta publicación surgió a pocas semanas del terremoto del 27 de febrero de 2010, y como un encargo especial que en su momento nos realizara la Cámara Chilena de la Construcción y su Comité de Especialidades.

Si bien, podemos sentirnos orgullosos del buen comportamiento que en términos generales tuvieron nuestras estructuras durante el gran evento sísmico que sufrimos en 2010, no podemos abstraernos a la evidencia que nos obligó a trabajar en nuevas consideraciones técnicas y resguardos para los denominados “elementos NO estructurales” o secundarios.

En particular, un tema relevante lo constituyen los cielos falsos, que en la actualidad poseen múltiples aplicaciones en la edificación nacional. Teniendo presente lo vivido el 27F, se consideró oportuno trabajar en una serie de recomendaciones técnicas para este tipo de elementos, los que se plasman en el presente documento, que ha sido desarrollado gracias al apoyo y la experiencia de connotados profesio-

sionales y empresas del sector. En paralelo al desarrollo de este documento, y a pocos meses de ocurrido el terremoto de 2010, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo encargó el desarrollo de siete normas transitorias. Precisamente, la primera de ellas, identificada como Norma Técnica MINVU 001, se hace cargo del comportamiento sísmico de elementos no estructurales, teniendo como uno de sus focos principales, las consideraciones sísmicas para elementos arquitectónicos, incluyendo los cielos falsos.

Es en este análisis y discusión, que se considera necesario generar recomendaciones técnicas relacionadas, las que se presentan en esta publicación y se vinculan directamente a la aplicación práctica de la nueva normativa.

Sin dejar de lado los aspectos sísmicos, que constituyen parte esencial de nuestro documento, el grupo de trabajo, que sesionó por más de un año, consideró oportuno entregar recomendaciones amplias en el tema de cielos falsos, por lo que además se entregan sugerencias para un adecuado diseño, instalación, inspección y mantención.

Esperamos que este documento se constituya en una importante base de referencia e información técnica para los profesionales del sector construcción, atendiendo al objetivo común, cual es un adecuado desempeño de nuestros cielos falsos.

Tabla de Contenidos

1. Antecedentes y conceptos generales	9
1.1. Introducción	9
1.2. Alcance	9
1.3. Conceptos Básicos	9
1.3.1. Cielo Falso	10
1.3.2. Placas	12
1.3.3. Estructura de soporte	12
1.3.4. Cielos Falsos Especiales	13
1.4. Características de los cielos falsos	15
2. Variables de diseño y especificación	16
2.1. Propiedades Normadas a Nivel Nacional	16
2.1.1. Acústica	16
2.1.2. Absorción Acústica	16
2.1.3. Aislación Acústica	19
2.1.4. Comportamiento Térmico	20
2.1.5. Reacción al Fuego	22
2.1.6. Resistencia al Fuego	24
2.2. Propiedades No Normadas a Nivel Nacional	26
2.2.1. Estética	26
2.2.2. Higiene	26
2.2.3. Reflexión de la Luz	28
2.2.4. Resistencia a la Humedad	29

3. Consideraciones sísmicas	30
3.1. Alcance	30
3.2. Requisitos Generales de Diseño Sísmico	30
3.3. Fuerzas para el Diseño Sísmico de Cielos Falsos	30
3.4. Requisitos mínimos para cielos modulares suspendidos	32
3.4.1. Requisitos generales	32
3.4.2. Arriostramiento de sistemas de cielos falsos modulares	34
3.4.3. Cambios en el plano del cielo falso:	37
3.4.4. Requisito para elementos que crucen el cielo falso	37
3.4.5. Juntas sísmicas	37
3.4.6. Luminarias	37
3.4.7. Otros Servicios instalados en o interactuando con cielos falsos	37
3.5. Requisitos mínimos para cielos rasos	37
3.5.1. Elemento y holgura perimetral	39
3.5.2. Arriostres laterales	39
3.5.3. Distanciamiento de arriostres:	39
3.5.4. Espaciamientos de perfiles	39
3.5.5. Juntas de dilatación	39
3.6. Cielos Falsos Especiales Tipo Islas	39
3.7. Diseño Sísmico de Anclajes y Conectores	39
3.7.1. Consideraciones generales y certificación	40
3.8. Alternativa de calificación mediante ensayos	40

4. Coordinación con especialidades	41
4.1. Definición de la coordinación de proyectos entre especialidades	41
4.2. Definición del coordinador de proyectos	41
4.3. Proyecto Integral	41
4.4. Especialidades que interactúan con cielos falsos	43
4.4.1. Recomendaciones para la coordinación	45

5. Recomendaciones de instalación	46
5.1. Inspección del lugar previo a la instalación	46
5.2. Transporte y almacenaje de materiales	46
5.2.1. Transporte	46
5.2.2. Consideraciones adicionales al trasladar materiales internamente en la obra	46
5.2.3. Recepción de materiales en obra	46
5.2.4. Almacenaje de materiales	46
5.3. Instalación	47
5.3.1. Instalación de perfiles	47
5.3.2. Sistema de suspensión y arriostre	47
5.3.3. Placas	48
5.3.4. Entrega del cielo falso	48

6. Control de instalaciones 49

6.1. Desarrollo de inspección 49

6.2. Inspección de Instalación 49

6.2.1. Montaje de estructura 50

6.2.2. Montaje de placas 50

6.2.3. Montaje de accesorios y luminaria 50

6.3. Inspección de requisitos de diseño sísmico 51

6.3.1. Inspección de cielos falsos modulares suspendidos
con áreas menores a 13,4 m² 51

6.3.2. Inspección de cielos falsos modulares suspendidos
con áreas mayores o iguales a 13,4 m² y menores
o iguales a 92,9 m² 51

6.3.3. Inspección de cielos falsos modulares suspendidos
con áreas mayores a 92,9 m² y menores o iguales
a 232 m² 53

6.3.4. Inspección de cielos falsos modulares suspendidos
con áreas mayores a 232 m² 53

6.3.5. Inspección de cielos falsos rasos 54

7. Recomendaciones de uso y mantención 55

7.1. Información sobre mantenimiento de cielos modulares 55

7.1.1. Recomendaciones para la limpieza 55

7.1.2. Recomendaciones sobre la pintura 55

7.1.3. ¿Cómo trabajar en el plenum? 55

7.2. Información sobre mantenimiento de cielos rasos 56

1. Antecedentes y Conceptos Generales

Los cielos falsos son elementos arquitectónicos bastante utilizados en las edificaciones que se construyen actualmente. Sus funciones son muy variadas y van de ser elementos meramente estéticos a sistemas que proveen seguridad a las estructuras, como por ejemplo, proveyendo un determinado nivel de resistencia al fuego.

1.1. Introducción

El nivel de daños materiales causados por el terremoto del Maule del 27 de febrero de 2010, dejó en evidencia la necesidad de actualizar los procedimientos utilizados para el diseño sísmico de componentes y sistemas no estructurales, y en particular para la selección, diseño, instalación, e inspección de cielos falsos.

En respuesta a esta necesidad, el Comité de Especialidades de la Cámara Chilena de la Construcción, a través de la Corporación de Desarrollo Tecnológico, manifestó su interés en abordar el tema de consideraciones técnicas de diseño de cielos falsos rasos y modulares.

El presente documento tiene por objetivo fundamental convertirse en una guía para arquitectos, diseñadores, especificadores, instaladores, inspectores técnicos y administradores de obra.

El Capítulo 1 presenta una breve introducción técnica al tema de los cielos rasos y modulares. Se presentan las definiciones y principales características de este tipo de elemento constructivo. En el Capítulo 2 se abordan en detalle las principales características y propiedades de los cielos falsos, y se presenta una serie de recomendaciones técnicas para su especificación, selección y diseño. El Capítulo 3 describe las consideraciones sísmicas que deben ser evaluadas al momento de seleccionar, diseñar e instalar un cielo raso o modular. El Capítulo 4 presenta aspectos relacionados

con la interacción y coordinación entre las diferentes especialidades que participan en el diseño e instalación de los cielos falsos. Las recomendaciones técnicas de instalación se abordarán en el Capítulo 5. El Capítulo 6 explora el tema de control e inspección durante el proceso de instalación del cielo falso, de modo de conseguir un producto con las características para las que fue diseñado. Finalmente, el Capítulo 7 describe los principios fundamentales para una adecuada mantención de los cielos falsos.

1.2. Alcance

El presente documento tiene por objetivo principal establecer recomendaciones técnicas para la selección, especificación, diseño, instalación, inspección y mantención para cielos falsos. Este documento no aborda temas específicos relacionados a cubiertas, y elementos o componentes estructurales relacionados con el complejo de techumbres. Se describen las funciones y características de distintos tipos de cielos falsos y de cada uno de sus componentes, poniendo especial énfasis en las consideraciones de diseño sísmico. No obstante, se describen aspectos fundamentales para su selección, tales como protección contra fuego, acondicionamiento acústico, resistencia a la humedad, optimización de luz, entre otras variables. Se describen las normas de referencia y los ensayos requeridos para la caracterización de las propiedades de los sistemas de cielos falsos.

1.3. Conceptos Básicos

Dependiendo de las características, los cielos falsos se pueden clasificar como cielos falsos rasos o modulares/lineales, los cuales se pueden subclasificar, a su vez, en suspendidos o directos. Los cielos falsos modulares/lineales pueden, además, ser registrables o no registrables. Final-

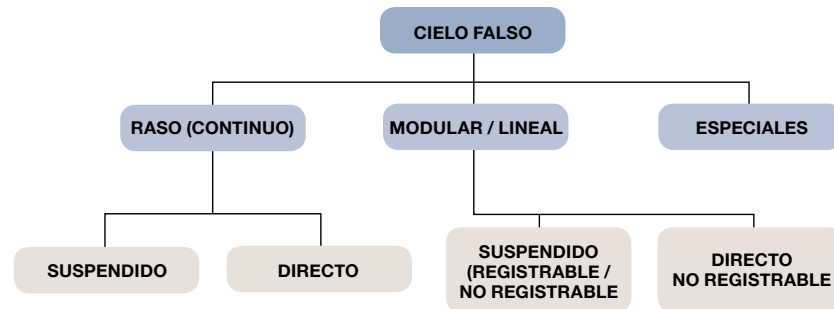


Figura 1. Esquema clasificación de cielos falsos.



Figura 2. Cielo Raso.



Figura 3. Cielo Raso.

mente, se considera el caso de cielos falsos especiales que no cumplen con las características de los cielos falsos antes mencionados. La Figura 1 muestra un esquema que resume la clasificación de cielos falsos.

1.3.1. CIELO FALSO

Sistema de revestimiento superior de un recinto, generalmente horizontal, pudiendo ser inclinado o curvo, que cuenta con una estructura de soporte propia y se posiciona bajo una estructura resistente, compuesto por placas y entramado de perfiles metálicos o madera, especialmente diseñados para cumplir con uno o más de los siguientes requerimientos: Estéticos, acondicionamiento acústico y/o térmico, resistencia al fuego e higiene, entre otros.

1.3.1.1. Cielo Raso

Cielo falso con superficie lisa, plana, continua sin juntas visibles, y sustentados por una estructura autoportante oculta y que forman sobre ellos un “plénium” o “cámara”, de diferente dimensión, de tal manera de aportar una mejora técnica y/o estética (Ver Figuras 2 y 3).

1.3.1.2. Cielo Modular

Cielo falso suspendido o directo colgado mediante anclajes y fijaciones a una estructura resistente, cuyos módulos pueden ser de tamaños estándar (Ver Figuras 4 y 5).

1.3.1.2.1. Cielo Modular Registrable

Cielo modular cuyos módulos se apoyan sobre la estructura o entramado sin fijaciones y pueden desinstalarse libremente.

1.3.1.2.2. Cielo Modular no Registrable

Cielo modular cuyos módulos se fijan al entramado.

1.3.1.3. Cielo Suspendido

Cielo falso donde la estructura portante de la placa se une a la estructura soportante mediante un sistema de suspensión (Ver Figura 6).

1.3.1.4. Cielo Directo

Cielo falso donde las placas se fijan directamente a la estructura de la edificación, mediante anclajes directos o piezas especiales, como se ilustra en el ejemplo mostrado en la Figura 7.



Figura 4. Cielo modular.



Figura 5. Cielo modular



Figura 6. Cielo Suspendingido.

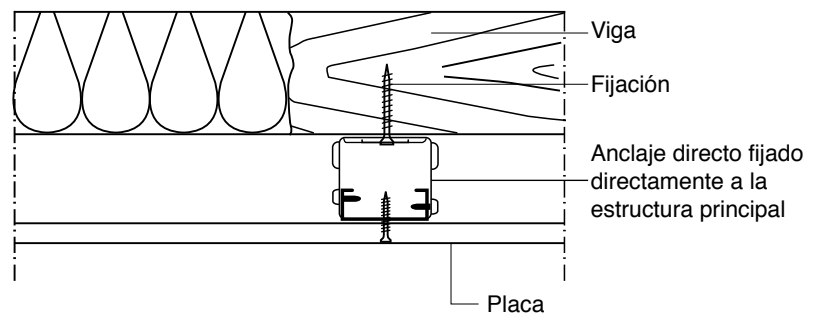


Figura 7. Cielo directo



Figura 8. Placa cielo modular.

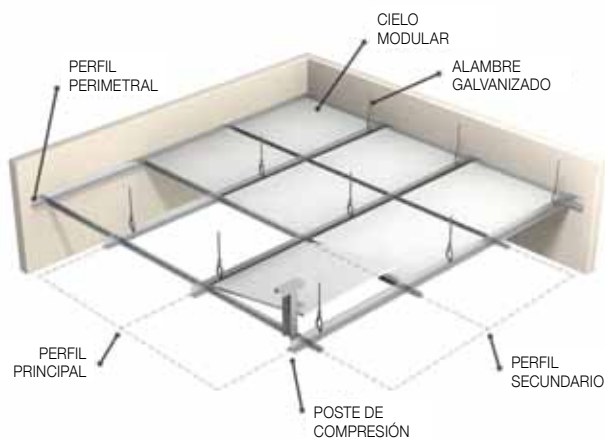


Figura 9. Sistema de suspensión.

1.3.2. PLACAS

Elementos planos que conforman la cara visible de un cielo falso, con diferentes dimensiones y materialidades de acuerdo a prestaciones. La Figura 8 muestra un ejemplo de placa de cielo modular.

1.3.3. ESTRUCTURA DE SOPORTE

La estructura de soporte está compuesta por un sistema de suspensión, un entramado de soporte, un sistema de arriostres y elementos de fijación, los que se definen a continuación:

1.3.3.1. Sistema de suspensión

Sistema mediante el cual se suspende el cielo falso desde la estructura resistente, compuesto por colgadores de acero, madera u otro material (Ver Figura 9).

1.3.3.2. Conectores

Elemento utilizado para unir dos o más componentes de un sistema.

1.3.3.3. Fijaciones

Elementos utilizados para conectar el sistema de suspensión a la estructura resistente. Las fijaciones pueden ser de impacto, mecánicas o químicas.

1.3.3.4. Anclajes Mecánicos

“Fijación metálica instalada después de la construcción de la estructura resistente y capaz de transferir esfuerzos a un material base que sea capaz de resistirlos.”

Fuente: NTM 001.

1.3.3.5. Anclajes químicos

“Fijación metálica instalada después de la construcción de la estructura resistente y capaz de transferir esfuerzos a un material base que sea capaz de resistirlos, mediante la adherencia de una resina colocada entre la fijación y la estructura resistente.” Fuente: NTM 001.

1.3.3.6. Entramado de soporte

Estructura de soporte de las placas de cielo falso, generalmente horizontal, compuesta por perfiles metálicos o de madera espaciados a una distancia determinada, que cuelga de la estructura resistente por medio del sistema de suspensión. El entramado de soporte está compuesto por perfiles primarios y secundarios (Ver Figura 10 y Figura 11).

1.3.3.7. Elemento de Arriostre:

Elemento utilizado para proveer estabilidad lateral y vertical a la estructura de soporte del cielo falso.

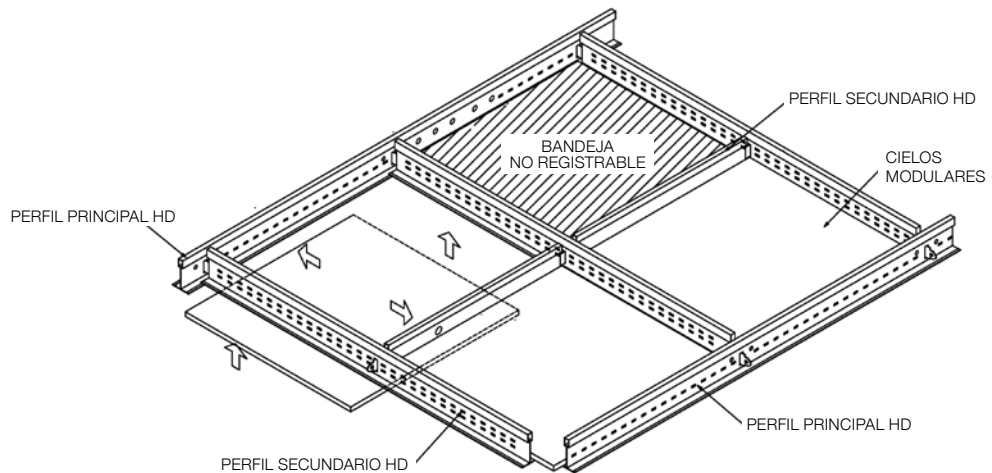


Figura 10. Entramado.

1.3.4. CIELOS FALSOS ESPECIALES

Corresponden a esta categoría todos los cielos que no se ajustan cabalmente a alguna de las definiciones anteriores o comparten las características de más de una de ellas. Estos cielos falsos especiales pueden tener sistemas de suspensión alternativos, sin usar la grilla de perfiles principales y secundarios mencionados anteriormente. Inclusive pueden ser de formas no convencionales, como curvas, radiales, lineales, etc. En estos casos se recomienda seguir las instrucciones del fabricante respecto a medidas de seguridad, resistencia a sismos, elementos de colganteo, instalación, etc., ya que la variedad es muy diversa. Por ejemplo, existen sistemas de cielos tipo: Tartan Fastrack, snap-in (a presión), concealed (perfil oculto), tipo canopies (marquesinas), lineales (listones ó planchas largas de varios formatos), nubes artísticas (tipo islas), entre otros. La variedad de materiales utilizados para estos cielos especiales también es enorme: de fibra mineral, fibra de vidrio, metal, madera, yeso, policarbonato, etc.

- Cielos curvos (Ver Figuras 12 y 13).
- Cielos rasos con juntas visibles entre placas (Ver Figura 14).
- Cielos falsos tipo islas (Ver Figuras 15 y 16).



Figura 11. Entramado.



Figura 12. Cielo con placas curvas.



Figura 13. Cielo con placas curvas.



Figura 14. Cielo Raso con juntas visibles entre placas.



Figura 15. Cielo falso tipo isla.



Figura 16. Cielo falso tipo isla.

1.4. Características de los cielos falsos

Los cielos falsos se caracterizan por sus propiedades físicas y mecánicas, algunas de las cuales se describen a continuación. Mayores detalles relativos a los criterios de selección y a los ensayos de laboratorio requeridos para su caracterización se presentan el Capítulo 2.

Estética: Si bien los cielos falsos pueden poseer una gran variedad de propiedades y funciones, aspectos estéticos son comúnmente los criterios decisivos de selección. En la actualidad existe una gran variedad de colores, texturas, tamaños, formas y materiales que hacen que este producto cuente con una gran versatilidad estética. Los cielos falsos poseen la característica de dejar una cavidad o plenum entre las placas y las losas de la estructura resistente. Esta cavidad puede ser utilizada para la instalación de ductos u otros elementos que, para no afectar la estética del recinto, deben quedar ocultos sobre el cielo falso. De esta forma, los cielos falsos son comúnmente utilizados para ocultar instalaciones, ductos y tuberías.

Resistencia al fuego: Una de las características y funciones de los cielos falsos puede ser su resistencia al fuego. En el mercado nacional existen soluciones para cielos falsos que pueden soportar distintos períodos de tiempo expuestos a altas temperaturas, siendo de gran utilidad para crear barreras contra incendio que retardan o impiden la propagación del fuego. De este modo, los cielos falsos pueden servir de protección contra fuego para las estructuras, ductos e instalaciones, u otros elementos vulnerables al fuego.

Comportamiento al fuego: Al entrar en contacto con el fuego no solo la resistencia al fuego del cielo es importante, sino que también lo es el comportamiento de los materiales que lo componen. El comportamiento al fuego involucra efectos de combustibilidad tales como la cantidad de humo y partículas incandescentes que liberan los materiales al incinerarse. Estos aspectos pueden variar según las características propias de los materiales que constituyen los cielos falsos y se recomienda considerarlos para el diseño y especificación.

Acústica: La acústica puede causar que el confort de los usuarios de un recinto resulte agradable o desagradable. El diseño acústico de un espacio se basa principalmente en dos requerimientos: la absorción del ruido y el aislamiento del recinto. Si bien elementos estructurales pesados tales

como el hormigón son buenos aislantes de ruido, muchas veces no es viable disponer de este tipo de elementos. Algunos sistemas de cielos falsos pueden tener un coeficiente de absorción $NRC=1$ (absorción del 100% del sonido en las frecuencias de 250, 500, 1000 y 2000 Hz), favoreciendo el rendimiento acústico y mejorando la inteligibilidad de las palabras.

Acondicionamiento térmico: El acondicionamiento térmico de un recinto no solo afecta el confort de las personas en su interior, sino que también involucra un tema de economía si se consigue controlar el flujo de calor, de modo de alcanzar una construcción eficiente energéticamente. Los cielos falsos pueden proveer aislamiento térmico y estabilidad en la energía calórica, colaborando de esta forma con el acondicionamiento térmico de los recintos.

Resistencia a la humedad: Dependiendo de su materialidad, los cielos falsos pueden ser resistentes a la humedad. Con estas características, algunos cielos pueden ser utilizados en recintos exteriores o lugares con alta humedad.

Higiene: La terminación superficial de las placas de los cielos falsos puede tener la propiedad de no promover la propagación de hongos, así como la no emisión de material particulado. Además, algunos tipos de cielos falsos son posibles de limpiar. Estas características son de gran importancia para edificaciones tales como hospitales, donde se requiere un ambiente de asepsia.

Registrabilidad: Los cielos falsos modulares registrables tienen la característica de poder ser removidos con facilidad, lo que es de gran utilidad para recintos que requieren acceso para inspección o mantenimiento de ductos o equipos ubicados sobre el nivel de cielo falso.

Reflexión de luz: Uno de los factores más importantes al momento de diseñar espacios interiores es la iluminación. Para proveer una correcta iluminación de los recintos se debe considerar la cantidad de luz necesaria, el tipo de luz y la ubicación de las fuentes de luz, conforme a los fines para los que se está diseñando. Los cielos falsos permiten instalar fuentes de luz donde son necesarias y, a través de la elección de los paneles, tienen efectos sobre la reflexión y difusión de la luz.

2. Variables de diseño y especificación

Este capítulo presenta una guía con recomendaciones técnicas para la selección de sistemas de cielos falsos, conforme a las funciones y objetivos de uso de los cielos identificados en el Capítulo 1. Se presenta una serie de recomendaciones técnicas de especialistas y fabricantes y se mencionan a modo de referencia, las principales normativas nacionales e internacionales vigentes a la fecha de publicación de este documento técnico*. La información se entrega en forma de fichas técnicas clasificadas según si las propiedades cuentan o no con alguna normativa de referencia a nivel nacional.

Los requisitos de diseño y detallamiento sísmico son tratados en el Capítulo 3.

2.1. Propiedades normadas a nivel nacional

En esta sección se presenta las propiedades de cielos falsos que cuentan con alguna normativa de referencia a nivel nacional.

2.1.1. ACÚSTICA

El diseño acústico de cielos falsos se basa principalmente en la absorción y aislación acústica. Para un mejor desarrollo y comprensión del tema, esta sección trata estas dos propiedades de forma separada.

2.1.2. ABSORCIÓN ACÚSTICA

PROPIEDAD	ABSORCIÓN ACÚSTICA
Conceptos relacionados	<ul style="list-style-type: none"> • Reflexión del sonido: Cambio en el sentido o dirección de la onda sonora. • Difusión del sonido: Dispersión del sonido en múltiples direcciones. • Reverberación: Fenómeno de persistencia del sonido en el interior de un recinto, una vez cesada la fuente de ruido, debido a reflexiones sucesivas en los cerramientos del mismo. • Tiempo de reverberación: Tiempo en que la energía acústica se reduce a la millonésima parte de su valor inicial, una vez cesada la emisión de la fuente sonora.
Descripción del fenómeno	Porcentaje de la energía acústica que se disipa dentro de un material en forma de calor cuando la onda sonora incide sobre éste.
Variables	<ul style="list-style-type: none"> • Características de la superficie (forma, porosidad y área de apertura, entre otros). • Resistencia de Flujo. • Densidad. • Espesor.

continúa en página siguiente

* Será responsabilidad del lector, verificar la vigencia de las normas informadas.

PROPIEDAD	ABSORCIÓN ACÚSTICA
<p>Parámetro de medición</p>	<ul style="list-style-type: none"> • NRC (Noise Reduction Coefficient, según ASTM C423-90a o ISO354), varía entre 0 y 1 (o de 0% a 100%). Mientras más cercano a 1, más absorbente. Ver Figura 18. • Valores α_w (Absorción por banda de frecuencia) (según norma ISO 11654), varía entre 0 y 1 (o de 0% a 100%). Mientras más cercano a 1, más absorbente. <p>Parámetros complementarios:</p> <p>ABSORCIÓN:</p> <ul style="list-style-type: none"> • SRA (Speech Range Absortion), varía entre 0 y 1 (o de 0% a 100%). Se mide en una octava de frecuencia más alta que NRC. • AC (Articulation Class, según ASTM E1110 y ASTM E1111) [%]. Ver Figura 19. <p>CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE RECINTO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • IP (Privacy Index, según ASTM E1130) [%] • Tiempo de reverberación [segundos] <p>DIFUSIÓN:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Coefficiente de dispersión s (según ISO 17497-1:2004) • Coefficiente de difusión sonora d (según ISO 17497-1:2004)
<p>Aplicaciones</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Control y disminución de reverberación. • Inteligibilidad de las palabras. • Controlar el sonido al interior del recinto.
<p>Recomendaciones técnicas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Con el fin de lograr una adecuada absorción acústica del recinto, será necesario considerar el destino de la edificación. Adicionalmente, la absorción acústica no depende exclusivamente del NRC del cielo. • Si se desea lugares con buena inteligibilidad del habla se debe evitar el exceso de reverberación. • Para reducir determinadas frecuencias bajas de sonido, se pueden utilizar superficies susceptibles de entrar en vibración, que actúan como membrana transformando energía sonora en energía mecánica, cuando una onda sonora incide sobre su superficie (resonador acústico). • El resonador se debe diseñar de acuerdo al rango de frecuencia en el que se espera que trabaje. <p>Se debe realizar una adecuada selección de los materiales a utilizar, considerando sus parámetros de absorción, reflexión y difusión del sonido, además de su forma geométrica y ubicación en el recinto.</p>
<p>Referencias normativas</p>	<p>Referencias Nacionales:</p> <p>En Chile, no existe una norma directamente relacionada al tema "Absorción acústica". Sin embargo, la NCh2803 establece el método de medición de la absorción de un recinto.</p> <p>Referencias Extranjeras:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ASTM C423-90, Test Method for Sound Absorption and Sound Absorption Coefficients by the Reverberation Room Method. • ASTM E1110, Standard Classification for Determination of Articulation Class. • ASTM E1111, Standard Test Method for Measuring the Interzone Attenuation of Open Office Components. • ISO 354, Acoustics - Measurement of sound absorption in a reverberation room. • ISO 3382, Acoustics - Measurement of reverberation time in auditoria. • ISO 11654, Acoustics - Sound absorbers for use in buildings - Rating of sound absorption.

Clase de absorción acústica (Según EN ISO 11654)	Valor α_w	Clase de absorción (Según VDI 3755/2000)	NRC
A	0,90; 0,95; 1,00	Extremadamente absorbente	NRC \geq 0,75
B	0,80; 0,85	Extremadamente absorbente	
C	0,60; 0,65; 0,70; 0,75	Muy absorbente	0,5 \leq NRC < 0,75
D	0,30; 0,35; 0,40; 0,45; 0,50; 0,55	Absorbente	
E	0,15; 0,20; 0,25	Poco absorbente	0,25 \leq NRC < 0,5
Sin clasificar	0,05; 0,10	Reflectante	NRC < 0,25

Figura 17. Relación de índices.

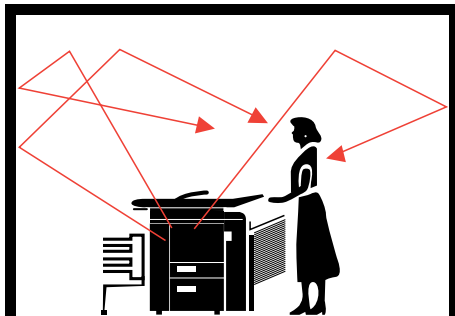


Figura 18. Índice NRC.

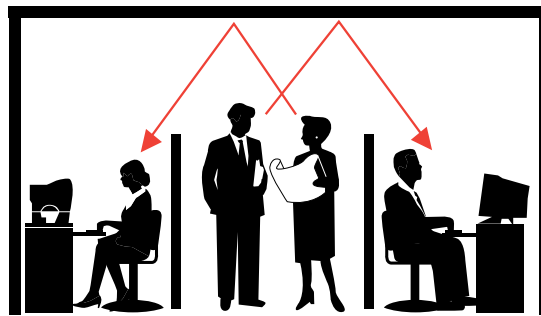


Figura 19. Índice AC.



Figura 20. Índice CAC.

2.1.3. AISLACIÓN ACÚSTICA

PROPIEDAD	AISLACIÓN ACÚSTICA
Conceptos relacionados	<ul style="list-style-type: none"> • Ruido aéreo: Sonidos que se transmiten por el aire. • Ruido por impacto: Sonidos que se transmiten por los componentes de la estructura (muros, losas, etc.).
Descripción de fenómeno	Capacidad de reducir la transmisión del sonido entre un recinto y otro o con el exterior.
Variables	<ul style="list-style-type: none"> • Densidad superficial. • Configuración de las estructuras. Combinación de elementos rígidos y absorbentes (Concepto masa-resorte-masa). • Sellos del elemento (Estanqueidad). • Amortiguación de vibraciones.
Parámetro de medición	<ul style="list-style-type: none"> • R, Índice de Reducción Acústica y R', Índice de Reducción Acústica Aparente (según NCh 2786, NCh 2785) [dB]. • L_{n,w}, Nivel de presión sonora de impacto normalizado (según ISO 10140, ISO 717-2 y EN20140-9), [dB]. • CAC, Clasificación de atenuación de cielos (Ceiling Attenuation Class, según ASTM E413), [dB]. Ver Figura 20. • Valores D_{n,c,w}, diferencia de niveles sonoros (según ISO 140/9), [dB].
Aplicaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Reducir transmisión del sonido desde un recinto a otro o desde el exterior. • Confort acústico. • Control de ruido.
Recomendaciones Técnicas	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor aislamiento acústico se logra teniendo mayor masa o asegurándose tener un sistema masa-resorte-masa donde se logre una disipación del sonido al interior de la cavidad. • Es recomendable proveer un montaje elástico y sellos perimetrales de manera de garantizar la continuidad del elemento aislante acústico. • Es necesario velar por la estanqueidad del elemento.
Referencias Normativas	<p>Referencias Nacionales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • OGUC. Artículo 4.1.6: Reglamentación acústica. • NCh 2785.Of2003. Acústica – Medición de aislación acústica en construcciones y elementos de construcción – Mediciones en terreno de la aislación acústica aérea entre recintos. • NCh 2786.Of2003. Acústica – Medición de aislación acústica en construcciones y elementos de construcción – Mediciones en laboratorio de la aislación acústica aérea de elementos de construcción. <p>Normas Nacionales Complementarias:</p> <ul style="list-style-type: none"> • NCh 2803, Acústica - Verificación de la calidad acústica de las construcciones. • NCh 352, Condiciones acústicas que deben cumplir los edificios. • NCh 352/1, Aislación acústica - Parte 1: Construcciones de uso habitacional - Requisitos mínimos y ensayos. <p>Referencias Extranjeras:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ASTM E413, Classification for Rating Sound Insulation. • ASTM E1130, Standard Test Method for Objective Measurement of Speech Privacy in Open Plan Spaces Using Articulation Index. • ASTM E1414, Standard Test Method for Airborne Sound Attenuation between Rooms Sharing a Common Ceiling Plenum. • ISO 10140, Acoustics - Laboratory measurement of sound insulation of building elements. • ISO 717-1, Acoustics - Rating of sound insulation in buildings and of building elements -Part 1: Airborne sound insulation. • ISO 717-2, Acoustics - Rating of sound insulation in buildings and of building elements - Part 2: Impact sound insulation. • UNE-EN 20140-9:1995, Acústica - Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 9: Medición en laboratorio del aislamiento al ruido aéreo entre locales de un techo suspendido con plenum. (ISO 140-9:1985).

2.1.4. COMPORTAMIENTO TÉRMICO

PROPIEDAD	COMPORTAMIENTO TÉRMICO
Conceptos relacionados	<ul style="list-style-type: none"> • Conductividad térmica: La conductividad térmica es una propiedad de los materiales que permite cuantificar la capacidad de transmitir el calor a través de ellos. Corresponde a la energía en Watts (W) que se transmite en condiciones estacionarias en una unidad de área por metro lineal (m) de componente para un diferencial de temperatura de un grado Kelvin (°K) a ambos lados del material. Para expresar la conductividad térmica suele utilizarse la letra griega lambda (λ) y tiene unidades de W/m°K. • Temperatura: Magnitud física que mide el frío o calor de un cuerpo o el ambiente. Corresponde a la energía cinética media de las moléculas de una materia. A mayor movimiento de moléculas, mayor será la temperatura. • Flujo de calor: Cantidad de calor que pasa a través de una superficie unitaria de un elemento por unidad de tiempo, dada una cierta diferencia de temperatura.
Descripción de fenómeno	Forma en que un material responde ante la presencia de distintas temperaturas en sus caras.
Variables	<ul style="list-style-type: none"> • Conductividad térmica. • Espesor de los materiales.
Parámetro de medición	<ul style="list-style-type: none"> • Transmitancia Térmica (U): Flujo de calor que pasa por unidad de superficie del elemento y por grado de diferencia de temperatura entre los dos ambientes separados por dicho elemento. Mientras menor sea la transmitancia, mayor aislación proveerá el elemento. • Resistencia térmica (R): Oposición al paso de calor que presentan los elementos de construcción. <p>1. La resistencia térmica de una capa material (R) viene dada por:</p> $R = \frac{e}{\lambda} \left[\frac{m^2 \cdot K}{W} \right]$ <p>Donde, e: Espesor del material. λ : Conductividad térmica</p> <p>2. La resistencia térmica total (R_T) es la suma de las resistencias de cada capa del elemento más las resistencias superficiales y la resistencia del aire confinado al interior del elemento:</p> $R_T = R_{si} + \sum_i \frac{e_i}{\lambda_i} + \sum_i R_{aj} + R_{se}$ <p>Donde, R_{si} Resistencia térmica superficial interior. R_{se} Resistencia térmica superficial exterior. R_{aj} Resistencia térmica de los huecos de aire confinados al interior de elemento.</p>

continúa en pág. siguiente

PROPIEDAD	COMPORTAMIENTO TÉRMICO
<p>O equivalentemente,</p>	$R_T = \frac{1}{U} \left[\frac{m^2 \cdot K}{W} \right]$ <p>Mientras mayor sea la resistencia, mejor será el comportamiento aislante del elemento.</p> <ul style="list-style-type: none"> • R100: Resistencia térmica (m²K/W) que presenta un material o elemento de construcción multiplicado por 100.
<p>Aplicaciones</p>	<p>Debido a que una de las principales vías de flujo de calor entre el interior y exterior de un recinto es a través de las techumbres, un buen comportamiento térmico de los cielos reduce este flujo de calor.</p>
<p>Recomendaciones Técnicas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Sobre el cielo falso debe instalarse una barrera de vapor cuando está conformando un complejo de techumbre. • En el caso de los cielos modulares se producen puentes térmicos en la periferia, que pueden ser evitados incorporando un material aislante. • Mejoramiento del confort térmico de las edificaciones y la disminución de pérdida de energía. Esto se puede verificar mediante: <ol style="list-style-type: none"> 1. Rotulación de material de aislante térmico que puede ir incluido en el cielo falso o que se puede adicionar para mejorar la solución constructiva. 2. Por cálculo de la resistencia térmica de la solución de cielo falso, de acuerdo al espesor y la conductividad térmica del material. • Cuando el cielo falso está asociado a la techumbre, es recomendable considerar lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> – Es necesario que la aislación térmica cubra de manera continua toda la superficie del cielo y se prolongue por sobre cadenas y soleras. – Además es importante minimizar los puentes térmicos, ya que en ellos se puede producir condensación y pérdida importante de calor. – En el caso de techumbres de edificios no habitacionales, cuando se especifique un cielo falso, deberá incorporarse un material aislante según la zona térmica en que se ubique el proyecto y una barrera de humedad para evitar que la condensación deteriore el cielo. – En caso de vivienda, lo anterior es de cumplimiento obligatorio (Art. 4.1.10 OGUC).
<p>Referencias Normativas</p>	<p>En nuestro país la Normativa de Aislación Térmica comprende sólo a las viviendas, de acuerdo a lo establecido en el capítulo 4.1.10 de la O.G.U.C.</p> <ul style="list-style-type: none"> • NCh 043.Of.1961, Selección de muestras al azar. • NCh 849Of.1987, Aislación térmica - Magnitudes físicas y definiciones. • NCh 850.Of2008, Aislación térmica - Determinación de resistencia térmica en estado estacionario y propiedades relacionadas - Aparato de placa caliente de guarda. • NCh 851.Of2008, Aislación térmica - Determinación de propiedades de transmisión térmica en estado estacionario y propiedades relacionadas - Cámara térmica calibrada y de guarda. • NCh 852Of.1971, Acondicionamiento ambiental - Materiales de construcción - Determinación de la permeabilidad al vapor de agua.

continúa en pág. siguiente

PROPIEDAD	COMPORTAMIENTO TÉRMICO
Referencias Normativas	<ul style="list-style-type: none"> • NCh 853.Of.2007, Acondicionamiento térmico - Envolverte térmica de edificios - Cálculo de resistencias y transmitancias térmicas. • NCh 1070Of.1984, Aislación térmica - Poliestireno expandido – Requisitos. • NCh 1071Of.1984, Aislación térmica - Lana mineral – Requisitos. • NCh 1905.Of.1983, Poliestireno expandido – Ensayos. • NCh 1971Of.1971, Aislación térmica - Cálculo de temperaturas en elementos de construcción. • NCh 2251Of.1994, Aislación térmica - Resistencia térmica de materiales y elementos de construcción. • NCh 2457Of.2001, Materiales de construcción y aislación - Determinación de la permeabilidad al vapor de agua (humedad). • NCh 2787Of.2003, Aislación térmica - Materiales, productos y sistemas – Terminología. • NCh 2802Of.2003, Propiedades térmicas prácticas de materiales y elementos de construcción.

2.1.5. REACCIÓN AL FUEGO

PROPIEDAD	REACCIÓN AL FUEGO
Conceptos relacionados	<ul style="list-style-type: none"> • Combustibilidad: Facilidad o propensión del material a arder. • Autoextinguibilidad: Capacidad de un material de extinguir su propia llama luego de aplicada una fuente de ignición estandarizada por un periodo de tiempo determinado. • Capacidad de ignición: Capacidad de un material de generar llama sostenida al aplicar una fuente de ignición por un tiempo determinado. • Toxicidad: Medida utilizada para expresar el grado de nocividad de una sustancia. • Potencial calorífico: Cantidad de energía por unidad de masa que puede producir la combustión completa de un material.
Descripción de fenómeno	<p>Reacción de un elemento constructivo al entrar en contacto con el fuego, en términos de emisión de humos opacos, autoextinción, propagación de llama y goteo incandescente, lo que se analiza bajo condiciones de ensayo estandarizadas. Se suma a esto la determinación de la combustibilidad y poder calorífico del material, lo que permite analizar cuantitativa y cualitativamente los verdaderos aportes energéticos en un incendio real.</p>
Variables	<ul style="list-style-type: none"> • Emanación de gases tóxicos. • Temperatura. • Pérdida de masa por combustión. • Materialidad del producto. • Capacidad de ignición. • Tasa de liberación de calor. • Combustibilidad. • Índice de producción de humo. • Emisión de gotas/partículas encendidas.

continúa en pág. siguiente

PROPIEDAD	REACCIÓN AL FUEGO
Parámetro de medición	<p>Grados de Combustibilidad de los materiales, definidos en la norma de ensayo correspondiente. Los parámetros varían desde un elemento no combustible hasta un elemento combustible. Los grados intermedios de combustibilidad se establecen diferenciando el desarrollo de humo y propagación de llama que el material desarrolle en contacto con el fuego.</p>
	<p>Ensayos chilenos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de extinción [s]. • Velocidad de propagación de llama [mm/min]. • Pérdida de masa [%]. • Aparición de llamas sostenidas [s]. • Incrementos de temperatura [°C]. • Caída de gotas. <p>Los ensayos extranjeros suman además:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desprendimiento total de calor [MJ]. • Índice de crecimiento del incendio [W/s]. • Producción total de humo [m³]. • Índice de crecimiento de la producción de humo [m²/s²]. • Producción máxima de calor de un producto [kcal/kg; kJ/kg]. • Flujo crítico de calor [kW/m²].
Aplicaciones	<p>La reacción al fuego es una condición inherente de un material, que aporta al desarrollo del fuego y propagación del mismo. Es por tanto, un índice potencial a considerar en la carga combustible que aporta el cielo a una construcción.</p>
Recomendaciones Técnicas	<p>Evitar usar productos altamente combustibles y que generan gases tóxicos y que desprendan partículas inflamadas al estar en contacto con la llama.</p>
Referencias Normativas	<p>Referencias Nacionales:</p> <p>La normativa nacional vigente, no exige ningún grado de combustibilidad a los materiales. Informar esta propiedad en los materiales es optativo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • OGUC 4.3: Menciona las normas pero no exige uso. No hay clasificación. • NCh 1914/1 Of. 84, Determinación de la no combustibilidad de materiales de construcción. • NCh 1914/2 Of. 95, Determinación del calor de combustión de materiales de construcción. • NCh 1974 Of. 86, Prevención de incendio en edificios - Pinturas - Determinación del retardo al fuego. • NCh 1977 Of. 85, Prevención de incendio en edificios - Determinación del comportamiento de revestimientos textiles a la acción de una llama. • NCh 1979 Of. 87, Prevención de incendio en edificios - Determinación del comportamiento de telas a la acción de una llama. • NCh 2121/1 Of. 91, Determinación del comportamiento de plásticos autosoportantes a la acción de una llama. • NCh 2121/2 Of. 91, Determinación del comportamiento de plásticos flexibles a la acción de una llama. <p>Referencias Extranjeras:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ASTM D4986 – 98, Standard Test Method for Horizontal Burning Characteristics of Cellular Polymeric Materials. • ASTM D635-98, Standard Test Method for Rate of Burning and/or Extent and Time of Burning of Plastics in a Horizontal Position. • ASTM E84, Standard Test Method for Surface Burning Characteristics of Building Materials.

continúa en pág. siguiente

PROPIEDAD	REACCIÓN AL FUEGO
	<ul style="list-style-type: none"> • EN ISO 1182, Reaction to fire tests for building products – Non Combustibility Test. • EN ISO 1716, Reaction to fire tests for products -- Determination of the gross heat of combustion (calorific value). • EN ISO 9239-1, Reaction to fire tests for floorings -- Part 1: Determination of the burning behaviour using a radiant heat source. • EN ISO 11925-2, Reaction to fire tests -- Ignitability of products subjected to direct impingement of flame -- Part 2: Single-flame source test • EN 13823, Reaction to fire tests for building products - Building products excluding floorings exposed to the thermal attack by a single burning item. • EN 13964, Suspended ceilings. Requirements and test methods. • UNE-EN 13501-1: 2002, Clasificación de la reacción al fuego de los materiales de construcción. • UNE 53127, Ignitability and burning behaviour of materials and products. • UNE 23-102-90, Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Ensayo de no combustibilidad.

2.1.6. RESISTENCIA AL FUEGO

PROPIEDAD	RESISTENCIA AL FUEGO
Conceptos relacionados	<ul style="list-style-type: none"> • Estanqueidad: Característica de un sistema de compartimentación contra incendio para evitar la propagación de llamas y gases de un sector a otro aldeaño. • Compartimentación: Independizar áreas dentro de un mismo edificio delimitándolo por elementos horizontales, inclinados y verticales que cuentan con un índice de resistencia al fuego exigido de acuerdo a la reglamentación vigente, con el fin de mejorar sus condiciones de seguridad y retrasar el avance del fuego hacia el resto de la edificación (Art 4.3.24 OGUC).
Descripción de fenómeno	Capacidad de un elemento constructivo horizontal, vertical o inclinado, de resistir, sin perder su capacidad funcional, las condiciones de un incendio estandarizado por un tiempo determinado.
Variables	<ul style="list-style-type: none"> • Estabilidad mecánica del elemento. • Estanqueidad a las llamas. • Temperatura. • Emisión de gases inflamables. • Diseño constructivo. • Tipo de materiales. • Carga combustible.
Parámetro de medición	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo: Esta cualidad se mide en minutos durante el cual el elemento conserva su: • Estabilidad mecánica: La determina el instante en que el elemento no pueda seguir cumpliendo la función de soporte de carga para la cual fue diseñado. • Aislamiento térmico: La determina el tiempo transcurrido en ascender la temperatura de la cara no expuesta hasta 180 °C puntual o 140 °C promedio por sobre la temperatura ambiente inicial. • Estanquidad: La determina el instante en que las llamas (o gases de alta temperatura) se filtran por las juntas o a través de eventuales grietas o fisuras formadas durante el ensayo.

continúa en pág. siguiente

PROPIEDAD	RESISTENCIA AL FUEGO
	<ul style="list-style-type: none"> • Emisión de gases inflamables: Los gases emitidos por la cara no expuesta, se considerarán inflamables si arden al aproximar una llama cualquiera y continúan espontáneamente ardiendo al menos durante 20 s de retirada la llama. <p>En el caso de cielos falsos, por tratarse en general de sistemas que no cumplen una función estructural, su resistencia al fuego queda determinada por el tiempo en que se mantienen tanto su estanqueidad a las llamas y gases combustibles como su aislación térmica, según lo expresado en la norma NCh 935/1.</p>
Aplicaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Protección al fuego en caso que el cielo haya sido considerado en el diseño de la solución constructiva de techumbres.
Recomendaciones Técnicas	<ul style="list-style-type: none"> • Cajas de protección de luminarias: Si un cielo falso tiene luminarias, se debe materializar una caja de protección para evitar la pérdida de la resistencia al fuego nominal del sistema constructivo. • Sellos de penetraciones: Si un cielo posee traspasos eléctricos o de cualquier otro tipo, se debe materializar un sello con materiales adecuados para mantener su resistencia al fuego. • Sellos de juntas: Se debe materializar un sello adecuado en los encuentros de un cielo con otro elemento de compartimentación, sea éste horizontal o vertical, de modo de evitar la pérdida resistencia al fuego del sistema.
Referencias Normativas	<p>Referencias Nacionales:</p> <p>La resistencia al fuego se acredita a través de un informe de ensaye certificado, sean éstos generales o por marcas de materiales de construcción. O bien, a través del Listado Oficial de Comportamiento al fuego y componentes de la Construcción.</p> <ul style="list-style-type: none"> • OGUC, 4.3., “De las condiciones de seguridad contra incendio”. • Listado Oficial de Comportamiento al fuego y componentes de la Construcción, Capítulo I (www.minvu.cl). • NCh 935/1: Prevención de Incendio en Edificios - Ensayo de Resistencia al Fuego – Parte 1: Elementos de Construcción en General. • NCh 935/2: Prevención de Incendio en Edificios - Ensayo de Resistencia al Fuego – Parte 2: Puertas y otros Elementos de Cierre. <p>Referencias Extranjeras:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ANSI/UL 263, Fire Resistance Ratings. • AS 1530, Methods for fire tests on building materials, components and structures. • ASTM E 119, Standard Test Methods for Fire Tests of Building Construction and Materials. • BS 476, Fire tests on building materials and structures. • DIN 4102, Fire behaviour of building materials and building components. • ISO 834, Fire-resistance tests - Elements of building construction. • NFPA 251, Standard methods of tests of fire resistance of building construction and materials. • UNE 23093, Ensayo de la resistencia al fuego de las estructuras y elementos de la construcción.

2.2. Propiedades No Normadas a Nivel Nacional

A continuación se presenta las propiedades de cielos falsos que no poseen normativa de referencia a nivel nacional.

2.2.1. ESTÉTICA

PROPIEDAD	ESTÉTICA
Conceptos relacionados	<ul style="list-style-type: none"> • Luminosidad: Claridad o luz que refleja un cuerpo. • Decoración: Conjunto de elementos que adornan un ambiente. • Terminación superficial: Apariencia (texturada, brillante, rugosa, perforada, entre otras) • Perdurabilidad: Capacidad de mantener sus características físicas y estéticas en el tiempo.
Descripción de fenómeno	Capacidad de un elemento constructivo de aportar características estéticas, decorativas, de diseño, luminosidad, u otra que tenga directa relación con su imagen y materialidad.
Variables	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño constructivo: Complemento al diseño global. • Tipo de materiales: metálicos, maderas, fibras, plásticos, yeso, etc.
Parámetro de medición	Son de carácter cualitativo, subjetivo.
Aplicaciones	Cuando las características estéticas, la Arquitectura y el Diseño, son variables de selección importantes, la calidad de la construcción debe garantizarse de manera acorde.
Recomendaciones Técnicas	Dependerán de las funciones y requerimientos que el espacio tenga, además del diseño de arquitectura que elabore el proyectista. Para mantener en el tiempo su condición estética, se debe proveer mantención continua y cuidar su manipulación.
Referencias Normativas	No existen requisitos ni exigencias a la propiedad estética, salvo las estipuladas por el diseño.

2.2.2. HIGIENE

PROPIEDAD	HIGIENE Y ASEPSIA
Conceptos relacionados	<ul style="list-style-type: none"> • Salas limpias (Clean Room): Habitación en la que la concentración de partículas suspendidas en el aire, humedad, y presión, entre otros parámetros, son controlados. • Contaminante: Cualquier entidad que pueda producir un efecto biológico no deseado en el producto o proceso. • Partículas: Pequeño elemento de la materia, con un perímetro físico definido. • Limpiable: Que se puede limpiar. • Estanqueidad (a las partículas): Calidad de mantener un espacio cerrado o incomunicado. • Fungistático: Agente que inhibe el crecimiento de los hongos. • Bactericida: Agente que actúa destruyendo las bacterias.
Descripción de fenómeno	Capacidad del cielo de ser desinfectado, sanitizado y mantenido de forma limpia. Capacidad de inhibir formación de bacterias y hongos. Característica del cielo de actuar como barrera entre dos espacios, impidiendo el paso de partículas contaminantes entre ellos.

PROPIEDAD	HIGIENE Y ASEPSIA
Variables	<ul style="list-style-type: none"> • Clase de limpieza (ISO14644-1): Clasificación de la limpieza del aire, especifica el valor límite de la posible concentración de partículas en suspensión para una determinada clase de limpieza del aire (ver Figura 21). • Ciclos de Abrasión
Parámetro de medición	Conteo de partículas en suspensión que pueden pasar de un recinto a otro a través del sistema de cielo.
Aplicaciones	Salas limpias. <ul style="list-style-type: none"> • Hospitales. • Laboratorios. • Industria Alimentación. • Industria Farmacéutica. • Industria Electrónica. • Industria Tecnológica. • Otros similares.
Recomendaciones Técnicas	Características de las superficies resistentes a los métodos de limpieza. Estanqueidad. Sello de juntas. No es recomendable el uso de materiales que puedan desintegrarse, generando partículas de lixiviación (conductos de caracol, revestimiento fibroso, elementos de mampostería, etc.) Evitar el levantamiento de las placas del cielo por presión positiva.
Requisitos y exigencias	Referencias extranjeras: <ul style="list-style-type: none"> • US. FED STD 209E. Norma Federal Standard 209-E 1992: "Airborne Particulate Cleanliness Classes in Cleanrooms and Clean Zones" (EE.UU.). • Informe técnico N°32 Organización Mundial de la Salud (O.M.S.). • ISO 14644-1:1999, Salas Limpias y Locales Anexos, parte 1. Clasificación de la limpieza del aire. • ISO 14644-3:2005, Cleanrooms and associated controlled environments - Part 3: Test methods. • NF S 90-351: Etablissement de santé: salles propres et environnements maîtrisés et apparentés (2003). Establecimiento de Salud, Salas limpias y ambientes controlados asociados - Requisitos para el control de la contaminación en el aire. • Resistencia química de la superficie frente a agentes limpiadores y desinfectantes: DIN 53168, Procedimiento A.

ISO 14644-1	Número de partículas ≥ 0,5 µm/m³	Federal Standard 209-E
ISO 1	-	-
ISO 2	4	-
ISO 3	35	Clase 1
ISO 4	352	Clase 10
ISO 5	3.520	Clase 100
ISO 6	35.200	Clase 1.000
ISO 7	352.000	Clase 10.000
ISO 8	3.520.000	Clase 100.000
ISO 9	35.200.000	-

Figura 21. Clases de limpieza.

2.2.3. REFLEXIÓN DE LA LUZ

PROPIEDAD	REFLEXIÓN DE LA LUZ
Conceptos relacionados	<ul style="list-style-type: none"> • Fuente de luz: Artefacto generador de la luz. • Luz directa: Luz proveniente sin interferencias de la fuente lumínica. • Luz indirecta: Luz proveniente de reflexiones. • Lumen: Radiación visible de un artefacto luminoso. • Reflectancia: Capacidad de las superficies de reflejar luz. • Transmitancia: Capacidad de los materiales de transmitir luz. • Difusión: Propiedad del material para devolver gran parte de la luz recibida por una fuente de manera uniforme hacia todas las direcciones del espacio frente a la superficie iluminada.
Descripción de fenómeno	Es el cambio de dirección que experimenta un rayo luminoso al chocar contra la superficie de un cuerpo.
Variables	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de fuente de luz • Ubicación de fuente de luz • Opacidad superficial • Textura superficial
Parámetro de medición	<ul style="list-style-type: none"> • Luminancia [lux] • Coeficiente de reflexión, porcentaje de luz reflejada [%]
Aplicaciones	La reflexión es necesaria para lograr una iluminación adecuada en cualquier espacio. Superficies reflectantes permiten aprovechar la luz indirecta para ahorrar energía debido a que menos artefactos de luz son necesarios para lograr un nivel de luminosidad determinado.
Recomendaciones Técnicas	<ul style="list-style-type: none"> • Escoger los materiales y texturas adecuados para el nivel de luminosidad deseado. • Hacer un análisis del tipo de artefacto de luz a utilizar y su posición dependiendo del propósito de la luz (luz directa o indirecta). • Tener en cuenta que las superficies oscuras reflejan menos luz que las superficies más claras.
Referencias Normativas	<p>Referencias Nacionales: No existen requisitos para la reflexión de la luz. Sin embargo, si existen valores mínimos de luminosidad para lugares dependiendo de su uso. La norma NCh 2798 Of. 2003 entrega valores mínimos de iluminación para distintos lugares y faenas.</p> <p>Referencias Extranjeras:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ASTM E1477, Standard Test Method for Luminous Reflectance Factor of Acoustical Materials by Use of Integrating Sphere Reflectometers. • ASTM E1264, Standard Classification for Acoustical Ceiling Products. • ASTM E1331, Standard Test Method for Reflectance Factor and Color by Spectrophotometry Using Hemispherical Geometry. • UNE 12464-1, Iluminación de lugares de trabajo. Parte 1: Lugares de trabajo interiores.

2.2.4. RESISTENCIA A LA HUMEDAD

PROPIEDAD	RESISTENTE A LA HUMEDAD
Conceptos relacionados	<ul style="list-style-type: none"> • Absorción: Capacidad de retener líquido. • Condensación: Acción y efecto de convertir un vapor en líquido. • Estanqueidad: Cualidad de mantener un espacio cerrado o incomunicado. • Higiénico: Capacidad de conservar la salud y prevenir enfermedades. • Perdurabilidad: Capacidad de mantener sus características físicas y estéticas en el tiempo. • Permeabilidad: Cualidad de permitir el paso de líquidos.
Descripción de fenómeno	Capacidad de un elemento constructivo de soportar sin degradarse, ni generar o ser soporte biológico a microorganismos por motivos de alta humedad ambiental, ser perdurable e inocuo a estos agentes, aportar características físicas y químicas que aminoren este efecto en la construcción y vida útil del cielo falso.
Variables	<ul style="list-style-type: none"> • Materialidad. • Aditamentos a su matriz. • Terminación cara vista. • Espesor del cielo. • Elementos complementarios como estructura de soporte, luminarias, etc. • Humedad relativa del ambiente.
Parámetro de medición	Son de carácter cuantitativo: absorción, permeabilidad al paso del vapor, materialidad, corrosión, saturación, etc.
Aplicaciones	Donde esta característica es una variable importante, dado que por funcionalidad de la construcción estos cielos son susceptibles de ser sometidos a una carga de humedad ambiental alta ya sea en forma permanente o esporádica, y que debe, por lo mismo, considerarse como un atributo respecto de su resistencia a estas condiciones, así como no generar otros factores adicionales (moho, hongos, etc.) producto de estas condiciones ambientales.
Recomendaciones Técnicas	En este tipo de cielo es importante que mantenga una condición de materialidad inalterable a estos agentes así como a sus complementos (estructura, luminarias, etc.). Evitar presencia de puentes térmicos.
Referencias Normativas	<p>Referencias Nacionales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • NCh 2457 Of.2001, Materiales de construcción y aislación - Determinación de la permeabilidad al vapor de agua (humedad). • NCh 1973.Of2008, Características higrótérmicas de los elementos y componentes de edificación - Temperatura superficial interior para evitar la humedad superficial crítica y la condensación intersticial - Métodos de cálculo. • NCh 1980.Of1988, Acondicionamiento térmico - Aislación térmica - Determinación de la ocurrencia de condensaciones intersticiales. <p>Referencias Extranjeras:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ASTM D3273, Standard Test Method for Resistance to Growth of Mold on the Surface of Interior Coatings in an Environmental Chamber. • ASTM D3274, Standard Test Method for Evaluating Degree of Surface Disfigurement of Paint Films by Fungal or Algal Growth, or Soil and Dirt Accumulation. • ASTM G21, Standard Practice for Determining Resistance of Synthetic Polymeric Materials to Fungi.

3. Consideraciones sísmicas

Este capítulo describe los requerimientos normativos y recomendaciones para el diseño e instalación de los sistemas de cielos falsos, de modo que sean capaces de resistir solicitaciones sísmicas. Los requisitos de diseño aquí descritos se basan fundamentalmente en las especificaciones de la norma NTM-001: Diseño Sísmico de Componentes y Sistemas no Estructurales y de los documentos en ella referenciados. Adicionalmente, se presenta un conjunto de recomendaciones de detallamiento basadas en observaciones empíricas del comportamiento sísmico de los cielos falsos.

3.1. Alcance

Los requisitos de protección sísmica descritos en este capítulo no aplican a cielos falsos que cubren una superficie menor a 13,4 m² y que están rodeados por tabiques, muros u otros elementos estructuralmente resistentes. Las disposiciones de este capítulo tampoco se aplican a cielos falsos directos, cuyas placas han sido fijadas directamente a la estructura resistente.

3.2. Requisitos Generales de Diseño Sísmico

Dependiendo del uso del edificio, de los requisitos de continuidad de función o de protección de la inversión de los recintos, se debe asignar un factor de importancia I_p a los cielos falsos. El factor de importancia puede tomar valores iguales a 1,0 o 1,5 dependiendo del nivel de seguridad requerido, establecido en la norma NTM-001.

La seguridad sísmica de los sistemas de cielos falsos se puede establecer por medio de un diseño específico para el proyecto, o mediante la entrega de documentación por parte del proveedor o fabricante que demuestre que la capacidad del sistema y de sus componentes es mayor o igual a la demanda sísmica establecida por la normativa nacional. La verificación de la capacidad sísmica de los cielos falsos se puede efectuar por medio del análisis desarrollado por un profesional competente; mediante ensayos efectuados en mesa vibradora por medio de procedimientos estandarizados reconocidos tanto a nivel nacional como internacional (e.g., ICC-ES AC 156 o ETGI 1020); o información basada en experiencia, generada conforme a procedimientos reconocidos a nivel nacional o internacional tal como el presentado en IEEE 344.

Las estructuras y sus contenidos, conforme a los objetivos de desempeño definidos en la norma NCh433.Of96. Mod2009, y compartidos por la norma NTM-001, deben ser diseñados para resistir sin daños sismos de intensidad moderada, limitar los daños en los elementos no estructurales (entre ellos los cielos falsos) en sismos de mediana intensidad, y evitar el colapso durante sismos de intensidad excepcionalmente severa. La normativa, no obstante, no caracteriza explícitamente la magnitud de los sismos asociados a intensidades moderada, mediana y severa.

3.3. Fuerzas para el Diseño Sísmico de cielos falsos

Esta sección describe las fuerzas que se deben considerar para el diseño sísmico de los sistemas de cielos falsos establecidas por la norma NTM-001.

La fuerza sísmica horizontal a considerar para el diseño sísmico de los sistemas de cielos falsos debe ser de determinada utilizando la Ecuación 1. La fuerza resultante de esta ecuación debe ser aplicada en el centro de gravedad del sistema y distribuida según la distribución de masas del sistema.

$$F_p = \frac{0,4 \cdot \alpha_p \cdot \alpha_A \cdot A \cdot W_p}{g \cdot \left(\frac{R_p}{I_p} \right)} \cdot \left(1 + 2 \cdot \frac{z}{h} \right) \quad \text{ECUACIÓN 1}$$

La fuerza sísmica horizontal de diseño F_p no debe ser menor que el valor obtenido de la Ecuación 2. Por otra parte, F_p puede considerarse no mayor que el valor obtenido de aplicar la Ecuación 3.

$$F_p = \frac{0,3 \cdot \alpha_A \cdot A \cdot W_p \cdot I_p}{g} \quad \text{ECUACION 2}$$

$$F_p = \frac{1,6 \cdot \alpha_A \cdot A \cdot W_p \cdot I_p}{g} \quad \text{ECUACION 3}$$

donde,

F_p : Fuerza sísmica horizontal de diseño del componente no estructural.

α_A : Parámetro del espectro de pseudo aceleración de diseño definido en la norma NTM-001, expresado en cm/s².

a_p : Factor de amplificación dinámica. $a_p=1,0$ para cielos falsos.

I_p : Factor de importancia del componente.

W_p : Peso sísmico del componente en condiciones de operación.

R_p : Factor de modificación de respuesta. $R_p=1,5$ para cielos falsos.

z : Altura del punto de fijación del componente a la estructura con respecto a la base de la estructura, en cm.

h : Altura total del edificio (incluyendo subterráneos), en cm.

g : Aceleración de gravedad expresada en cm/s².

Como alternativa al uso de la Ecuación 1, la fuerza sísmica horizontal de diseño puede ser determinada utilizando las Ecuaciones 4 o 5. Los límites superior e inferior para la fuerza sísmica de diseño, definidos por las Ecuaciones 2 y 3 también aplican.

$$F_p = \frac{a_p \cdot a_{th} \cdot W_p}{\left(\frac{R_p}{I_p}\right)} \quad \text{ECUACION 4}$$

$$F_p = \frac{a_p \cdot a_{me} \cdot W_p}{\left(\frac{R_p}{I_p}\right)} A_x \quad \text{ECUACION 5}$$

donde,

a_{th} : Aceleración en el nivel de fijación del componente (expresada como fracción de g), obtenida mediante análisis de respuesta en el tiempo realizado conforme al procedimiento indicado en el Anexo A de la norma NTM-001.

a_{me} : Aceleración en el nivel de fijación del componente (expresada como fracción de g), obtenida mediante análisis modal espectral realizado de acuerdo al procedimiento indicado en la norma NTM-001.

A_x : Factor de amplificación torsional determinado como

$$1 \leq A_x = \left(\frac{\delta_{max}}{1.2\delta_{avg}} \right)^2 \leq 3$$

donde,

δ_{max} : Máximo desplazamiento sísmico lateral en el nivel de fijación del componente, obtenido mediante análisis modal espectral.

δ_{avg} : Valor promedio de los desplazamientos sísmicos laterales en los puntos extremos del nivel de fijación del componente, obtenido mediante análisis modal espectral.

Las ecuaciones 4 y 5 resultan particularmente útiles en los casos en que se efectúa un diseño específico para un proyecto (diseño no estandarizado), o la estructura sismo-resistente cuenta con algún sistema de protección sísmica como aislación sísmica de base o disipadores de energía. La aplicación de las Ecuaciones 4 o 5 para el diseño de los cielos falsos requiere una estrecha comunicación entre los especialistas de cielos falsos y de cálculo estructural del proyecto.

La fuerza vertical para el diseño sísmico de componentes y sistemas no estructurales viene dada, según la NTM-001, por:

$$F_{pV} = \pm \frac{0,24 \cdot \alpha_A \cdot W_p}{g} \quad \text{ECUACION 6}$$

La norma NTM-001 establece que la fuerza vertical anterior no requiere ser aplicada para el diseño sísmico de las placas de cielos falsos modulares. La fuerza vertical determinada en conformidad con la Ecuación 6 debe considerarse actuando concurrentemente con la fuerza horizontal calculada utilizando las Ecuaciones 1, 4 o 5 para el diseño sísmico del sistema de soporte y arrioste de los cielos falsos.

El peso sísmico W_p del cielo falso debe incluir el peso de todos sus componentes (placas, entramado, material aislante, estructuras de soporte y arrioste, etc.) y de los elementos que estén adosados al cielo falso como luminarias, difusores de aire acondicionado, detectores de humo, etc. Para efectos de cálculo de la sollicitación sísmica, el peso sísmico W_p a considerar no debe ser menor a 19 kg/m² (190 N/m²). Es im-

portante destacar que esta limitación se considera sólo para efectos de realizar los cálculos, y no implica que el sistema de cielo falso deba poseer, por requerimiento de desempeño sísmico, un peso mayor a ese mínimo.

Los cielos falsos rasos y modulares deben cumplir, como mínimo, con los requisitos prescriptivos de detallamiento que se señalan en los documentos explícitamente referenciados en la norma NTM-001 y que se describen en las secciones siguientes, a menos que se demuestre mediante análisis o ensayo que alguno de los requisitos no es necesario.

3.4. Requisitos mínimos para cielos modulares suspendidos

Los requisitos de diseño y detallamiento sísmico que se describen en esta sección están basados en las disposiciones de normas y estándares tales como IBC 2009 (International Building Code); ASCE 7-10; ASTM E580-08, ASTM C635-07, ASTM C636-08, NTM-001 y Guidelines for Seismic Restraint for Direct Hung Suspended Ceiling Assemblies for Seismic Zones 3 & 4 de CISCA 2004 (Ceiling & Interior System Construction Association).

3.4.1. REQUISITOS GENERALES

3.4.1.1. Requisitos de certificación de perfiles:

Se debe usar sistemas de perfiles principales certificados para resistir cargas pesadas HD (Heavy Duty) y se recomienda usar perfiles secundarios de al menos categoría ID (Intermediaty Duty), según la clasificación presentada en la Norma ASTM C635 2007. Los perfiles secundarios ID pueden soportar más carga que los LD (Light Duty). Según el artículo 4.1.3.1. de la norma ASTM C635-04, las estructuras LD son usadas en proyectos residenciales y estructuras comerciales menores. No obstante, si los sistemas de cielos falsos recibirán cargas de luminarias, difusores, etc., se recomienda el uso de perfiles secundarios certificados como Heavy Duty. En conformidad con los procedimientos de clasificación de ASTM C635, los perfiles primarios y secundarios de los entramados utilizados en zonas de alta sismicidad (sistemas HD), deben estar precalificados para resistir una carga de 23,8 kg/ml (16 lb/pie lineal) o una carga axial de tracción y/o compresión no menor a 80 kg y al doble de la carga de trabajo. El ensayo de la carga en tracción debe

permitir un desalineamiento de 5° en cualquier dirección. En vez del desalineamiento de 5° se puede aplicar la carga en tracción con una excentricidad de 25 mm para muestras de no menos de 600 mm de longitud a cada lado del empalme.

3.4.1.2. Elemento Perimetral:

El ancho del ala del elemento perimetral no debe ser menor a 50 mm y debe permitir un movimiento libre mínimo de 20 mm.

Si se usan clips o algún otro elemento de soporte precalificado por el proveedor o fabricante, o aprobado por un ingeniero estructural, como los descritos en la sección 3.4.1.3, se permite reducir el ancho del ala del elemento perimetral a 20 mm. Cualquier elemento que interrumpa la continuidad en el plano del cielo falso, como vigas y columnas, deben satisfacer los requerimientos para elementos de borde (elemento perimetral, holguras, etc.).

3.4.1.3. Fijación del entramado a elementos perimetrales:

Independiente del elemento perimetral utilizado, el entramado debe estar positivamente conectado a los elementos perimetrales en dos muros adyacentes. En los dos muros opuestos, donde se permite el movimiento, debe existir una holgura de al menos 20 mm entre el muro y el extremo del perfil del entramado. Se pueden utilizar holguras menores si se demuestra mediante el análisis desarrollado por un profesional competente que las holguras de 20 mm no son necesarias. La Figura 22 muestra una conexión entre los elementos del entramado y el elemento perimetral con un clip (fijado al elemento perimetral) especialmente diseñado.

3.4.1.4. Barras estabilizadoras de perfiles:

En cielos falsos, en las dos paredes donde se ha provisto la holgura de 20 mm, se debe disponer de barras estabilizadoras como se muestra en Figura 23, u otro elemento, clip o similar (e.g., clip mostrado en Figura 22), que permita mantener el distanciamiento entre perfiles, tanto primarios como secundarios, en caso de movimientos laterales. Estos clips o elementos deben ser diseñados de tal forma que permitan el movimiento perpendicular al

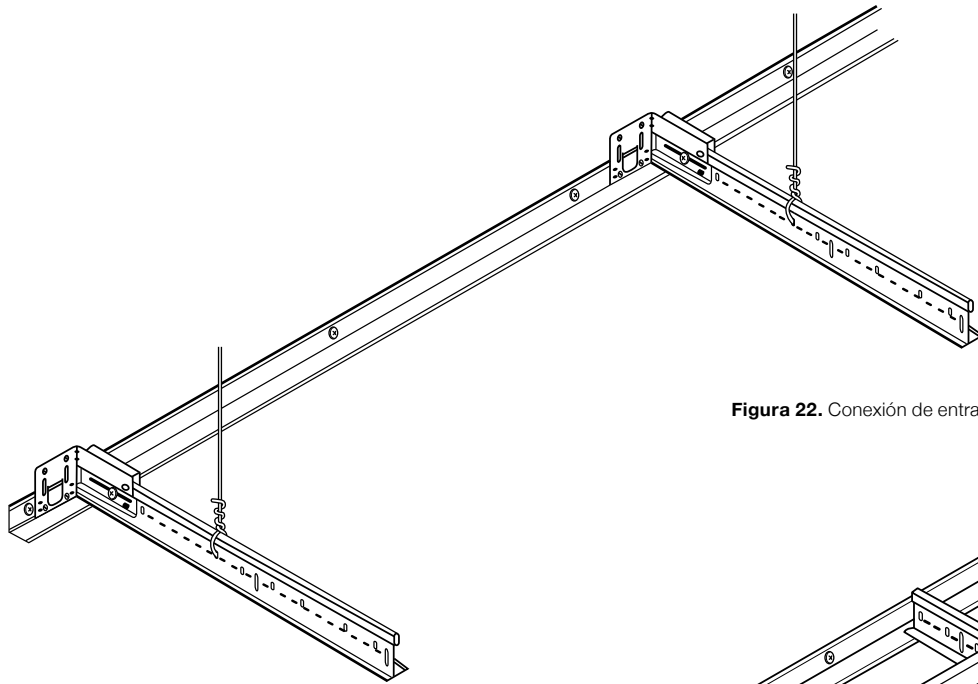


Figura 22. Conexión de entramado con elemento perimetral.

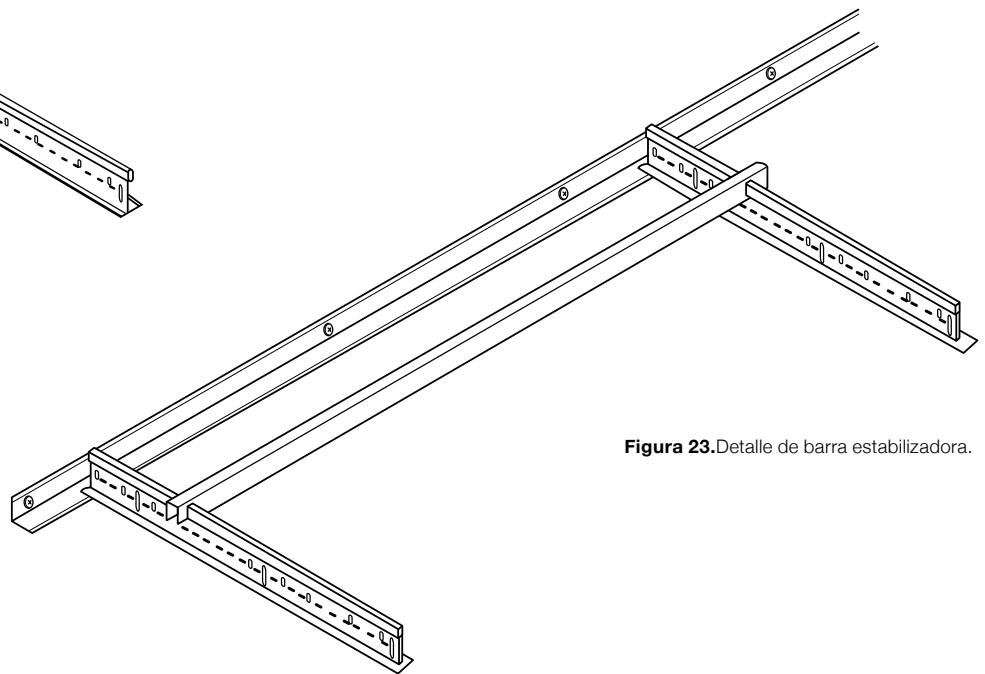


Figura 23. Detalle de barra estabilizadora.

elemento de borde, proveyendo la holgura de 20 mm, y restrinjan el movimiento paralelo al elemento de borde. Las barras estabilizadoras se deben colocar a una distancia igual o menor a 200 mm desde el muro o tabique (Ver Figura 23).

3.4.1.5. Distanciamiento de barras estabilizadoras adicionales:

En cielos falsos modulares donde no se utilizan perfiles secundarios, se deben utilizar barras estabilizadoras adicionales, colocadas en forma perpendicular a los perfiles principales, con una separación no mayor a 1.500 mm.

3.4.1.6. Colgador perimetral adicional:

Deben colocarse alambres perimetrales adicionales de soporte de diámetro no menor a $2,65 \pm 0,05$ mm (12 ga)

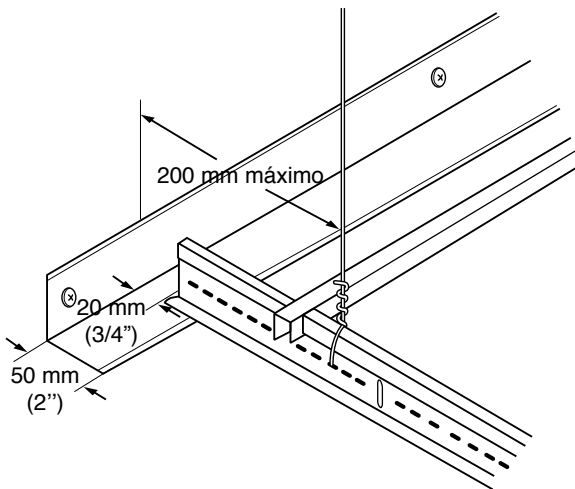


Figura 24. Colgador perimetral adicional.

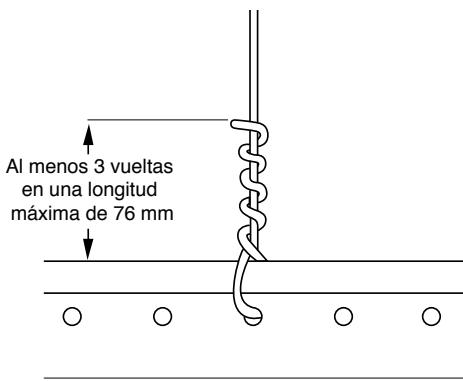


Figura 25. Detalle conexión alambre de suspensión y entramado.

en todos los perfiles apoyados en los elementos perimetrales, a no más de 200 mm del muro o tabique, como se muestra en la Figura 24.

3.4.1.7. Alambres de suspensión:

La suspensión debe ser provista por alambres pre-estirados de diámetro no menor a $2,65 \pm 0,05$ mm (12 ga) colocados a una distancia máxima de 1.200 mm. Estos alambres no pueden tener una inclinación mayor a 10° con respecto a la vertical. Los alambres deben conectarse directamente a la estructura resistente. No se permite colgar los cielos falsos de otros componentes o sistemas no estructurales.

3.4.1.8. Conexión de los alambres de suspensión:

Los alambres deben estar sujetos a los perfiles principales del entramado con al menos 3 vueltas completas (360° cada una) en una longitud máxima de 76 mm (Ver Figura 25). Las conexiones, fijaciones o accesorios de soporte a la estructura resistente (tarugos, escuadras, etc.) deben ser capaces de soportar una carga vertical no menor que 45 kg ni que la carga tributaria del sistema¹. Los alambres de suspensión no deben interferir con ningún tipo de elemento ni equipo. Los alambres de suspensión deben ser conectados a la estructura resistente con sistemas como los que se muestran en la Figura 25, provistos de anclajes que cumplan con lo establecido en el punto 3.7.

3.4.2. ARRIOSTRAMIENTO DE SISTEMAS DE CIELOS FALSOS MODULARES

Los sistemas de cielos falsos modulares que cubren áreas mayores a $92,9$ m² deben ser arriostrados lateralmente. El arriostramiento lateral debe ser materializado, ante la ausencia de un cálculo estructural que determine el uso de alguna alternativa, por 4 alambres de acero de $2,65 \pm 0,05$ mm (12 ga) de diámetro, como mínimo, instalados desde el perfil principal del entramado, a una distancia no mayor de 50 mm de la intersección con el perfil secundario, generando un ángulo en planta de 90° entre ellos y con una inclinación no mayor a 45° con respecto a la horizontal. Los extremos superiores deben estar fijos a la losa o estructura resistente

1. Se define carga tributaria como la carga (puntual o repartida) que le corresponde a un elemento según su posición en el sistema.

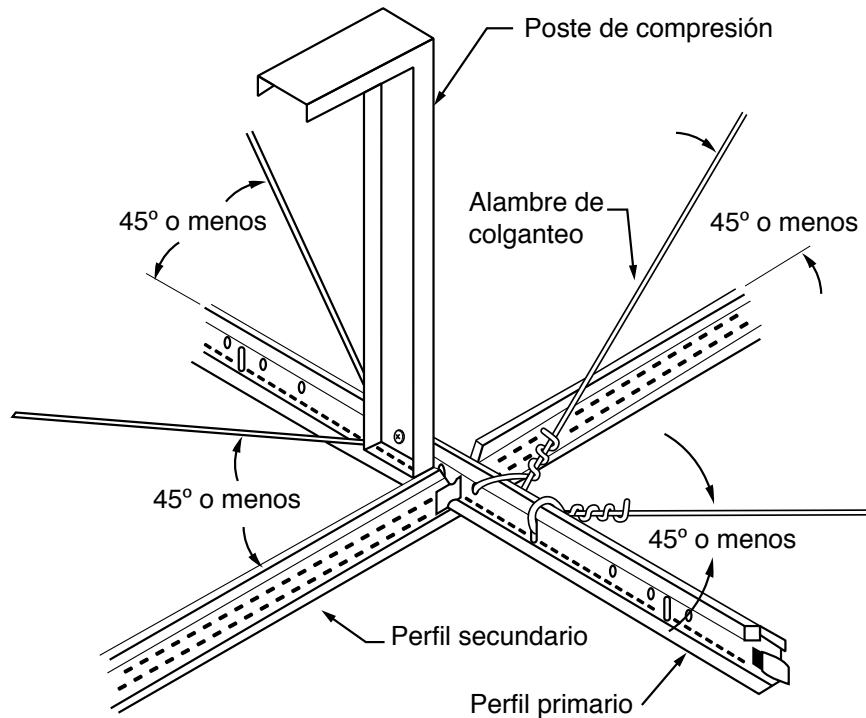


Figura 26. Detalle arriostramiento y puntal de compresión.

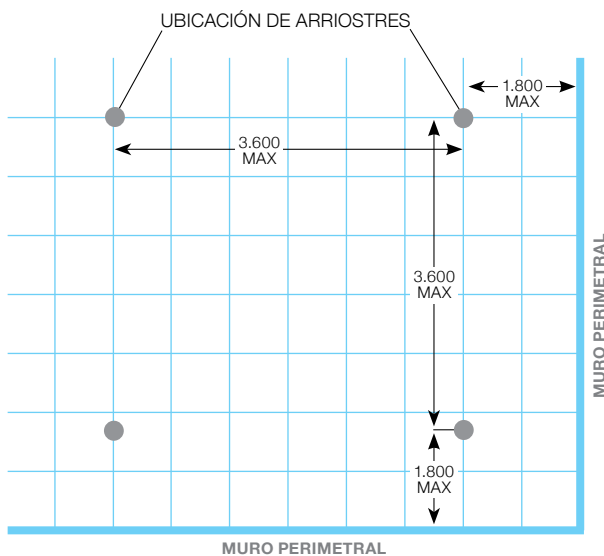


Figura 27. Ubicación de sistemas de arriestre.

superior mediante conectores que cumplan los requisitos indicados en la sección 3.7. En cada uno de los puntos donde se instalan los arriostros laterales se deben colocar puntales de compresión entre el entramado y la estructura resistente (Ver Figura 26). Los puntales de compresión deben ser capaces de resistir las fuerzas verticales indicadas por el profesional competente, incluidas las aportadas por la componente vertical de las fuerzas actuando sobre los arriostros laterales. El espaciamiento máximo entre arriostros es de 3600 mm en ambas direcciones. El primer arriestre debe ubicarse a una distancia máxima de 1800 mm de los muros perimetrales (Ver Figura 27).

Los arriostros para fuerzas horizontales deben instalarse a más de 150 mm de cañerías, ductos de aire acondicionado, canalizaciones eléctricas u otros sistemas distribuidos. Los alambres, conectores, fijaciones y todos los componentes del sistema de arriostramiento lateral deben ser capaces de resistir como mínimo el máximo entre 90 kg y el doble de la carga de diseño obtenida mediante análisis.

Pueden ser utilizados, en lugar de los alambres, arriostros rígidos que limiten el desplazamiento lateral relativo a 6 mm o menos. En este caso, el diseño de los arriostros debe ser efectuado por un ingeniero estructural.

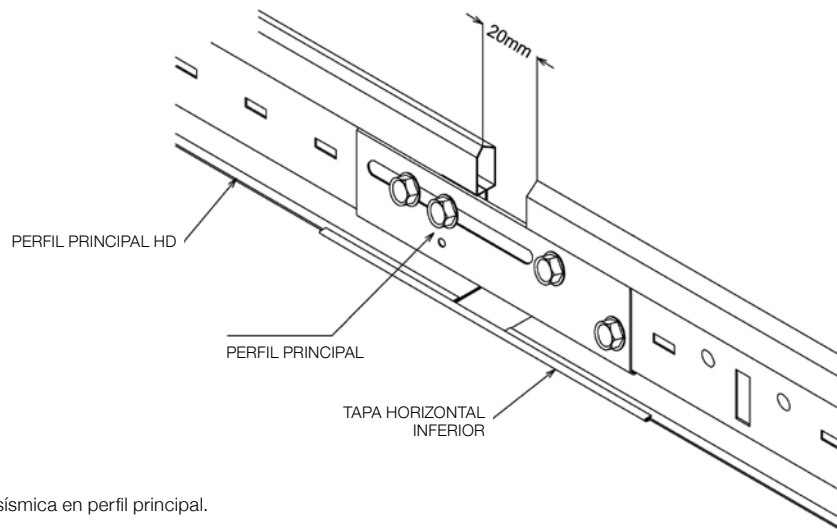


Figura 28. Junta sísmica en perfil principal.

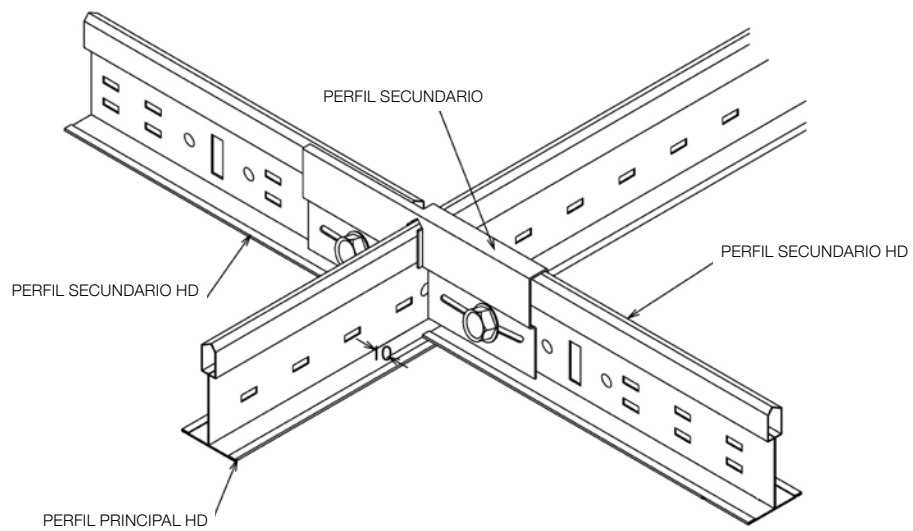


Figura 29. Junta sísmica en perfiles secundarios.

3.4.3. CAMBIOS EN EL PLANO DEL CIELO FALSO:

Si se presentan cambios en la altura del plano del cielo falso, se debe arriostrar cada plano de forma independiente, este arriostre debe ser rígido, como por ejemplo una barra o perfil de acero.

3.4.4. REQUISITOS PARA ELEMENTOS QUE CRUCEN EL CIELO FALSO

Sprinklers o cualquier elemento que cruce el cielo falso deben ser instalados con una holgura en el cielo de 50 mm en toda dirección horizontal, de manera que permita un libre desplazamiento de 25 mm en cualquier dirección. Arriostres laterales que limiten el movimiento lateral del cielo falso a menos de 6 mm y rociadores conectados con materiales flexibles a los ramales de distribución con capacidad para soportar una deformación horizontal de 25 mm quedan exentos de cumplir con este requisito.

3.4.5. JUNTAS SÍSMICAS

Para áreas de cielo falso mayores a 232 m² se debe subdividir el cielo falso en áreas no mayores a 232 m², con una relación de largo sobre ancho no mayor a 4. Las juntas de dilatación de estas áreas deben aceptar un movimiento horizontal del cielo perpendicular a la junta de al menos 20 mm.

Las figuras 28 y 29 muestran ejemplos de sistemas utilizados para las juntas sísmicas.

3.4.6. LUMINARIAS

Todo artefacto de luz debe estar adosado mecánicamente a la estructura de soporte del cielo falso, a menos que posea soporte independiente. La unión entre el artefacto de luz y el cielo falso debe soportar el 100% del peso del artefacto de luz actuando en cualquier dirección. Se debe considerar al menos dos uniones por artefacto de luz.

Adicionalmente, para evitar la caída de los artefactos de luz en caso de sismos se requiere:

Artefactos de luz con peso menor a 4,5 kg deben ser amarrados con 2 conectores a los perfiles del sistema de suspensión del cielo falso y apoyado directamente en los perfiles principales o secundarios. En el caso de luminaria muy liviana (menos de 500 gr), como focos dicróicos y que no afectan la estabilidad de la placa, podrían apoyarse en la placa manteniendo un cable de seguridad. Se debe agregar un alambre de 2,65 ± 0,05 mm (12 ga) de diámetro, el que

debe estar holgado, no tenso.

Artefactos de luz con un peso entre 4,5 kg y 25 kg deben estar soportados y arriostrados independientemente de la estructura del cielo falso. Se debe disponer, como mínimo, 2 alambres de 2,65 ± 0,05mm (12 ga) de diámetro.

Artefactos de luz con un peso mayor a 25 kg deben estar conectados y arriostrados directamente a la estructura resistente mediante elementos de sujeción diseñados por un ingeniero estructural.

3.4.7. OTROS SERVICIOS INSTALADOS EN O INTERACTUANDO CON CIELOS FALSOS

Sprinklers (o rociadores) flexibles, terminales de aire, u otros servicios con componentes cuyo peso no supere 9 kg deben estar positivamente conectados a los perfiles principales del entramado o a los perfiles secundarios si estos tienen la misma capacidad de carga que los principales. En caso que los perfiles secundarios no sean del tipo HD, la conexión debe efectuarse a los perfiles principales.

Sprinklers flexibles, terminales de aire, u otros servicios con componentes cuyo peso esté entre 9 y 25 kg deben, además de estar sujetos a los perfiles principales del entramado o a los perfiles secundarios si estos tienen la misma capacidad de carga que los principales, estar conectados con 2 alambres de 2,65 ± 0,05mm (12 ga) al sistema de suspensión del cielo falso o a la estructura resistente. Estos alambres, dispuestos sólo como medida de seguridad, deben estar sueltos. En caso que los perfiles secundarios no sean del tipo HD, la conexión debe efectuarse a los perfiles principales.

Sprinklers flexibles, terminales de aire, u otros servicios con componentes cuyo peso sea mayor a 25 kg deben estar sujetos al entramado con sistema de colgadores diseñados por un ingeniero estructural.

Todo tabique de altura parcial que se encuentre unido o interactuando con el cielo falso debe estar arriostrado lateralmente a la estructura resistente, de manera independiente del cielo falso.

3.5. Requisitos mínimos para cielos rasos

Los requisitos de diseño y detallamiento sísmico que se describen en esta sección están basados en las disposiciones de normas y estándares tales como IBC 2009 (International Building Code) y ASCE 7-10, y en recomendaciones de fabricantes y proveedores.

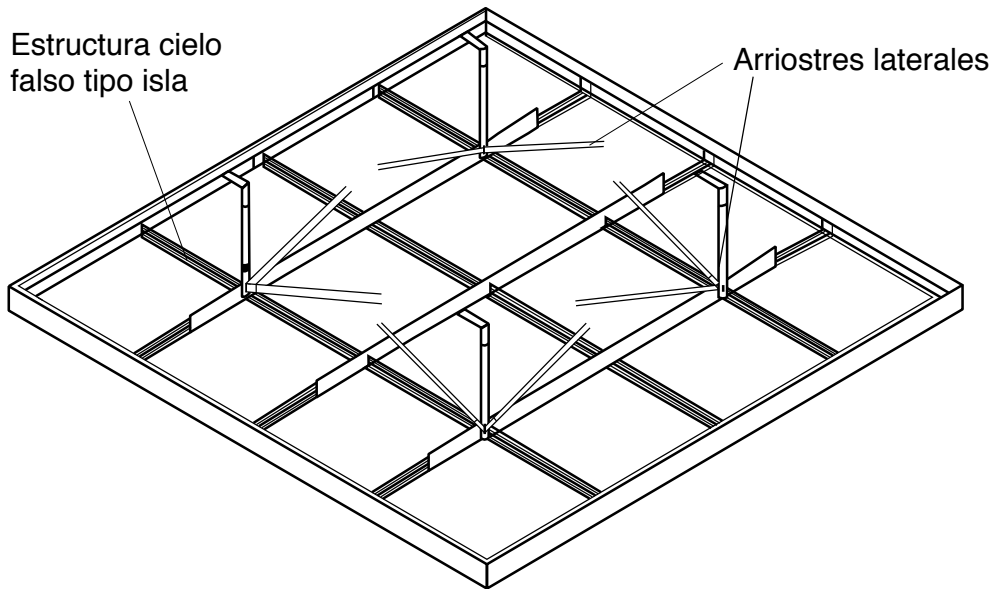


Figura 30. Instalación de cielo falso tipo isla arriostrado.

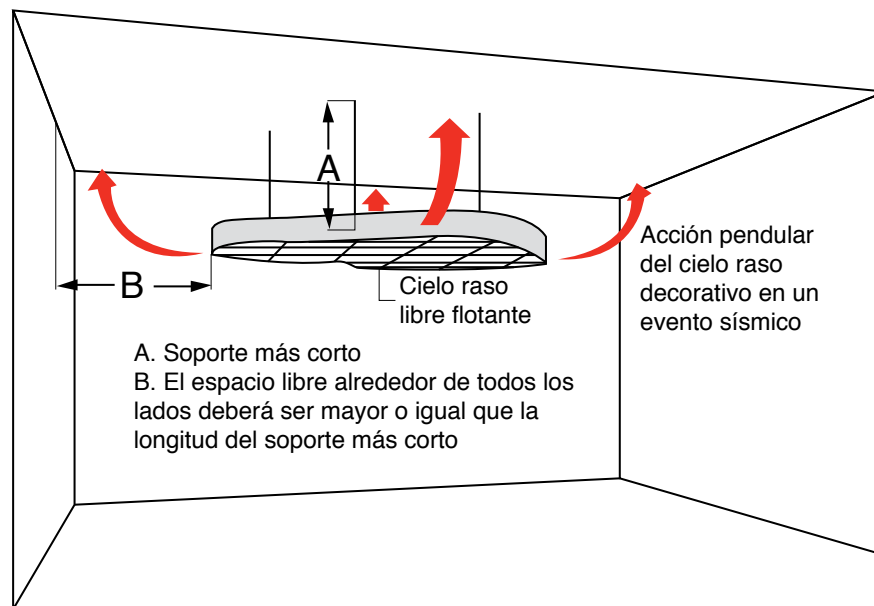


Figura 31. Instalación de Cielos Falsos tipo Islas, sin arriostres.

3.5.1. ELEMENTO Y HOLGURA PERIMETRAL

Aunque los códigos de diseño sísmico no establecen ni explícita ni implícitamente requisitos específicos para la dilatación de los cielos falsos rasos en sus encuentros con muros y tabiques, la evidencia empírica ha demostrado que resulta una buena práctica la implementación de holguras en el perímetro de los cielos rasos. Por lo tanto, se recomienda implementar una holgura orientada a minimizar la interacción dinámica entre el cielo y los elementos que lo rodean. Las dimensiones de la holgura y los requisitos de arriostreamiento se deben determinar por medio de un análisis sísmico efectuado considerando las cargas prescritas por el código vigente.

3.5.2. ARRIOSTRES LATERALES

Se recomienda instalar arriostres laterales en todos los cielos falsos rasos que estén suspendidos mediante elementos de suspensión de longitud mayor o igual a 300 mm, y que cubran un área igual o mayor a 25 m². El diseño de los arriostres laterales debe ser efectuado por un Ingeniero Estructural. Se recomienda instalar un puntal de compresión en los puntos donde se instalen los arriostres laterales.

3.5.3. DISTANCIAMIENTO DE ARRIOSTRES

El distanciamiento de los arriostres laterales debe determinarse mediante análisis efectuado por un ingeniero estructural. En general, los arriostres suelen instalarse a una distancia menor o igual a 3.600 mm en ambas direcciones. El primer arriostre suele ubicarse a una distancia menor o igual a 1.800 mm del perímetro del cielo falso.

3.5.4. ESPACIAMIENTOS DE PERFILES

Esta sección presenta una serie de recomendaciones para los espaciamientos entre perfiles principales y secundarios de cielos falsos rasos suspendidos.

Los perfiles principales y secundarios deben instalarse a una distancia que depende del espesor y peso sísmico del cielo falso. El espaciamiento de los perfiles principales y secundarios debe ser determinado mediante análisis desarrollado por un Ingeniero Estructural.

3.5.5. JUNTAS DE DILATACIÓN

Para minimizar y controlar posibles grietas en los cielos

construidos de placas de yeso-cartón, fibrosilicato, fibrocemento u otro material, producidas por efectos térmicos, higrométricos o movimientos sísmicos, es recomendable proveer de juntas de dilatación. Se recomienda proveer de juntas de dilatación en los cielos falsos rasos apoyados sobre el elemento perimetral que cubran áreas mayores o iguales a 232 m² o cielos falsos rasos que no estén apoyados sobre elementos perimetrales (cielos isla o flotantes) que cubran un área mayor a 85 m². Las juntas de dilatación consisten en este caso, en un espacio libre entre las placas y entre la estructura del cielo falso. Se recomienda que, para lograr el mejor rendimiento posible de las juntas de dilatación, el diseño sea efectuado por un profesional competente.

3.6. Cielos Falsos Especiales Tipo Islas

Los cielos falsos especiales tipo isla o flotantes deben ser diseñados considerando las demandas sísmicas indicadas en la sección 3.3 de este documento a menos que su fuerza vertical de diseño sea 1,4 veces la fuerza de operación y que sus elementos de suspensión permitan un giro de 360°. Como buena práctica se recomienda arriostar lateralmente este tipo de cielo falso (Ver Figura 30), a menos que no se visualice la posibilidad de impacto con otros componentes. Se recomienda que el diseño para cargas gravitacionales y sísmicas sea efectuado por un Ingeniero Estructural. Para sistemas en los cuales no se provee arriostreamiento lateral, la longitud del "soporte vertical más corto" (A) no debe ser mayor que el espacio libre lateral (B), alrededor del cielo flotante, a fin que el sistema no impacte otros componentes durante un evento sísmico. La Figura 31 muestra la instalación de un cielo tipo isla o flotante sin arriostre.

3.7. Diseño Sísmico de Anclajes y Conectores

Cada elemento de conexión o anclaje debe diseñarse de modo de transferir las fuerzas de la estructura del cielo falso a la estructura resistente del edificio. Como concepto general, no se permite el anclaje o fijación de componentes o sistemas no estructurales en otros componentes o sistemas no estructurales que no hayan sido específicamente diseñados para resistir las cargas transmitidas. Las fuerzas sísmicas a las que está sometido un cielo falso, y por lo tanto los an-

clajes y conexiones, se determinan conforme a los procedimientos señalados en la sección 3.3.

3.7.1. CONSIDERACIONES GENERALES Y CERTIFICACIÓN

Para efectos de calcular la resistencia de conectores y anclajes no se debe considerar la resistencia friccional producida por efectos de la gravedad. En el diseño sísmico de cielos falsos no se permite el uso de anclajes y conexiones del tipo friccional.

3.7.1.1. Anclajes en hormigón:

Los anclajes en hormigón se deben diseñar de acuerdo a lo establecido en el apéndice D del ACI 318.

3.7.1.2. Anclajes en albañilería:

Los anclajes en albañilería se deben diseñar de acuerdo a lo establecido en TMS 402/ACI 530/ASCE 5.

3.7.1.3. Anclajes post instalados en albañilería y hormigón:

Los anclajes post instalados en albañilería y hormigón se deben diseñar de acuerdo a lo establecido en ACI 355.2.

3.7.1.4. Fijaciones de impacto en hormigón:

Se permite utilizar fijaciones de impacto en hormigón si la carga de servicio en cada anclaje no es mayor que 40 kg.

3.7.1.5. Fijaciones de impacto en acero:

Se permite utilizar fijaciones de impacto en acero si la carga de servicio en cada anclaje no es mayor que 110 kg.

Como excepción a los requisitos anteriores, se permite utilizar cualquier tipo de anclaje siempre y cuando la resistencia del anclaje sea igual o superior a 2,5 veces las fuerzas mayoradas a las que está sometido el anclaje.

3.8. Alternativa de calificación mediante ensayos

Una de las alternativas de calificación sísmica corresponde a ensayos en mesas vibratorias, efectuados siguiendo procedimientos estandarizados tales como el definido en ICC-ES AC 156. La calificación experimental está orientada a recabar información para la certificación sísmica de elementos no estructurales cuyo desempeño sísmico puede ser difícil (y en algunos casos imposible) de demostrar mediante análisis. Las condiciones de ensayo (instalación del cielo falso, componentes del cielo falso, etc.) deben ser lo más similar posible a las condiciones de servicio, de forma que los resultados obtenidos sean representativos del comportamiento del cielo falso ante sollicitaciones sísmicas reales. En muchos casos, la evaluación de los efectos de la interacción de los cielos falsos con otros componentes no estructurales puede efectuarse únicamente de manera experimental.

4. Coordinación con especialidades

Los cielos falsos interactúan con una gran variedad de especialidades. Estas interacciones deben ser consideradas tanto al diseñar como al ejecutar un proyecto de cielos falsos, así como los de especialidades. Este capítulo describe la interacción con las especialidades y los aspectos a considerar para un trabajo en conjunto orientado a minimizar problemas en la instalación y funcionalidad tanto de cielos falsos como de los elementos o instalaciones que interactúan con ellos.

4.1. Definición de la coordinación de proyectos entre especialidades

Se define la Coordinación de Proyectos como el proceso mediante el cual los representantes de las distintas especialidades se comunican a través de un coordinador de proyecto desde las primeras etapas de diseño, para hacer que cada parte de éste sea coherente y compatible, permitiendo su ejecución en obra. El objetivo de la coordinación de especialidades es lograr un proyecto integral.

4.2. Definición del coordinador de proyectos

Se define el coordinador de proyectos como el arquitecto, ingeniero o constructor civil responsable de la coordinación de los proyectos y de verificar el cumplimiento de las normas y concordancias de los proyectos de las diferentes especialidades.

4.3. Proyecto Integral

Proyecto Integral se define como el proceso de formulación y gestión de un proyecto de edificación, el cual se enfoca en la integración y coordinación de las diferentes especialidades¹ que participan en el proceso constructivo.

Dada la complejidad de los proyectos de edificación actuales, la necesidad de optimizar y compatibilizar las diferentes especialidades que forman parte de un proyecto de construcción y de minimizar los costos y atrasos causados por modificaciones efectuadas en el transcurso de la construcción, es que cada día es más frecuente el uso del concepto de Proyecto Integral.

Este concepto se utiliza en la actualidad principalmente en

1. Proyectos de Arquitectura, Ingeniería estructural, Sanitario, Eléctrico, Climatización, Corrientes Débiles, Iluminación, Gas, entre otros.

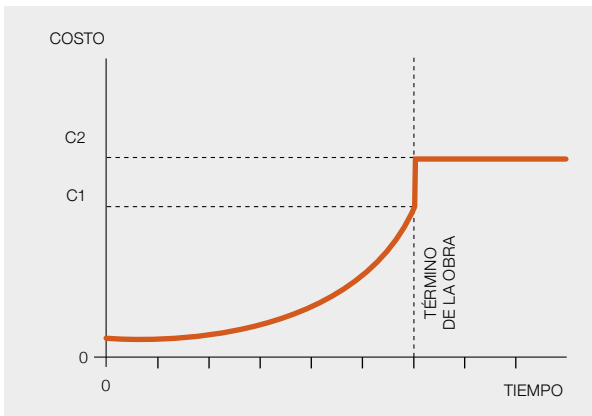


Figura 32. Costo - oportunidad de las modificaciones.

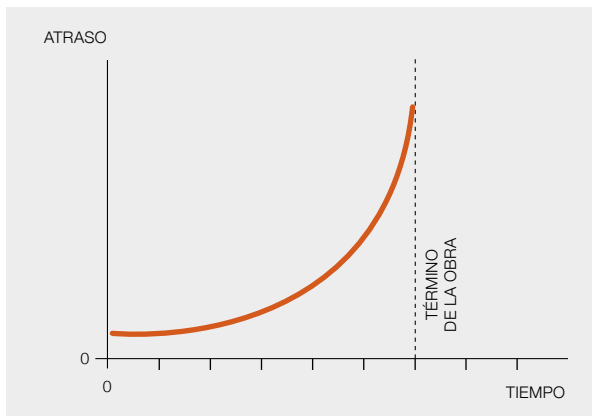


Figura 33. Atraso - oportunidad de las modificaciones.

dos áreas: en la coordinación entre los proyectos de arquitectura e ingeniería estructural, y en proyectos que incorporan criterios de sustentabilidad.

Más allá de los ejemplos mencionados en el párrafo anterior, el concepto de Proyecto Integral puede ser utilizado en proyectos específicos de una edificación, como lo es el proyecto de cielos y su relación con todas las especialidades proyectadas en el plenum (espacio cielo-losa).

Para implementar el concepto de proyecto integral se debe contar con un Coordinador de Proyecto.

La oportunidad en que se realizan modificaciones al diseño producto de inconcordancias entre los proyectos de especialidades tiene incidencia directa en los costos y plazos de ejecución de la obra. En ello radica la importancia del concepto de proyecto integral, que permite detectar errores e inconsistencias en etapas preliminares, donde las modificaciones se realizan a nivel de proyectos y no durante la ejecución. En la Figura 32 y Figura 33 se grafica esquemáticamente la relación de costos y aumento de plazos de ejecución en función de la oportunidad de la modificación, que puede producirse incluso una vez terminada la obra. En ellas se muestra cómo los costos y tiempo de realizar cambios, respectivamente, aumentan a medida que aumenta el avance de la obra. La Figura 34 muestra un diagrama sobre la comunicación e interferencias que existe entre dos especialidades, el coordinador de proyectos y el proyecto de cielos.

La tarea de coordinación de proyectos de construcción ha sido facilitada por la reciente incorporación del sistema BIM (Building Information Modeling), el cual permite modelar el edificio en 3, 4 y hasta 5 dimensiones, incorporando información detallada del proyecto. Esta información puede ser utilizada durante el diseño, construcción, y/o durante la vida útil de la estructura.



Figura 34. Proyecto integral de cielos.

4.4. Especialidades que interactúan con cielos falsos

En esta sección se presentan las especialidades que, con mayor frecuencia, interactúan con el proyecto de cielos falsos. La información se presenta en forma de tablas donde se resumen los factores más importantes de la interacción.

Además de las especialidades recién mencionadas es importante la interacción que tenga el ingeniero estructural del edificio con el diseñador del cielo falso ya que para una de las opciones de cálculo de las fuerzas de diseño sísmico de cielos falsos, definidas en el documento NTM-001, es necesaria la aceleración en el nivel de fijación del componente obtenida mediante análisis de respuesta en el tiempo (a_{th}) o mediante análisis modal espectral (a_{me}). Estas demandas pueden considerarse para la calificación de un producto para una aplicación específica.

La interacción con especialidades depende, en general, de cada proyecto en particular.

NOMBRE DE LA ESPECIALIDAD	ACÚSTICA
Principales dificultades de coordinación	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño arquitectónico de cielo (materiales y distribución) no compatible con diseño acústico. • Si el cielo se utiliza para fines de aislación acústica se debe tener especial cuidado en los sellos en pasadas de ductos y cañerías y en bordes de cielo.
Componentes que interactúan con proyecto cielos	Materialidad de las superficies de cielos, muros y pisos y distribución de éstos, tanto para fines de absorción como de aislación acústica.
NOMBRE DE LA ESPECIALIDAD	CLIMATIZACIÓN
Principales dificultades de coordinación	<ul style="list-style-type: none"> • Compatibilidad en la ubicación y tamaño de los equipos (interferencia entre amarras y arriostres). • Daños del difusor en placas de cielos. • Mangas que conectan con difusores generan esfuerzos sobre los cielos. • Eliminación o alteración de soportes por otra especialidad.
Componentes que interactúan con proyecto cielos	Ductos, equipos, manejadoras, difusores, rejilla de retorno.

NOMBRE DE LA ESPECIALIDAD	GAS
Principales dificultades de coordinación	Interferencia de cañerías con los componentes del cielo falso y sus sistemas de suspensión y arriostramiento.
Componentes que interactúan con proyecto cielos	Cañerías.
NOMBRE DE LA ESPECIALIDAD	ILUMINACIÓN
Principales dificultades de coordinación	<ul style="list-style-type: none"> • Ubicación de luminarias y el apoyo de ellas en el cielo falso. • Circulación de cables entre el entramado de perfiles. • Coordinación en la modulación de la estructura y el lay-out de las luminarias. • Inexistencia o deficiencia en la especificación de las fijaciones según tipo y peso de la luminaria.
Componentes que interactúan con proyecto cielos	Ductos, equipos de iluminación, cajas eléctricas, focos, bandejas.
NOMBRE DE LA ESPECIALIDAD	INSTALACIONES ELÉCTRICAS, CORRIENTES DÉBILES E INSTALACIONES COMPUTACIONALES
Principales dificultades de coordinación	<ul style="list-style-type: none"> • Interferencia e interacción de los ductos, cables, bandejas para instalaciones y/o equipos con los componentes del cielo falso. • Interferencia entre los respectivos sistemas de suspensión y arriostramiento. • Interferencia en bajada de ductos que cruzan el cielo falso y conectan al mobiliario, piso o estaciones de trabajo • Interferencia en la instalación de equipos que están ubicados bajo el cielo falso y anclados en el cielo falso o en la estructura superior. • Intervención al cielo falso de forma posterior a su instalación con el fin de incorporar o eliminar equipos. • Falta de recepción de las instalaciones de forma previa a la instalación del cielo.
Componentes que interactúan con proyecto cielos	Ductos y cableado, bandejas, cajas, sellos, arriostres y suspensiones de componentes de instalaciones eléctricas, corrientes débiles o instalaciones computacionales.
NOMBRE DE LA ESPECIALIDAD	INSTALACIONES HOSPITALARIAS
Principales dificultades de coordinación	<ul style="list-style-type: none"> • Interferencia entre las suspensiones y arriostramientos del cielo falso con las redes de servicios de instalación hospitalarios • Falta de programación para la ubicación y dimensiones de equipos que cruzan el cielo falso. • Altura compatible con instalaciones requeridas.
Componentes que interactúan con proyecto cielos	<ul style="list-style-type: none"> • Lámparas, monitores, rieles y equipos (ej. Rayos X) y columnas CPI (Columnas porta instalaciones: gases clínicos, aspiración, enchufes, etc.)

NOMBRE DE LA ESPECIALIDAD	INSTALACIONES SANITARIAS
Principales dificultades de coordinación	<ul style="list-style-type: none"> • Interferencia e interacción entre los componentes del cielo falso y ductos o cañerías. • Definición de ubicación de registros.
Componentes que interactúan con proyecto cielos	Cañerías, sistema de suspensión y arrioste de los ductos.

NOMBRE DE LA ESPECIALIDAD	PROTECCIÓN ACTIVA CONTRA FUEGO
Principales dificultades de coordinación	<ul style="list-style-type: none"> • Interferencia e interacción de los componentes del cielo falso con cañerías de red seca y húmeda, detectores de humo y de temperatura, y sprinklers. • Interferencia en bajada de ductos o cañerías que cruzan el cielo falso.
Componentes que interactúan con proyecto cielos	Red seca, red húmeda, detector de humo y temperatura, sprinklers.

NOMBRE DE LA ESPECIALIDAD	PROTECCIÓN PASIVA CONTRA INCENDIO
Principales dificultades de coordinación	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño arquitectónico cielo no compatible con solución de cielo resistente al fuego. • Existencia de ductos que pasen a través del cielo y que generen pérdida de estanqueidad de la solución. Ausencia de sellos de pasadas en proyecto.
Componentes que interactúan con proyecto cielos	Ductos, luminarias, cables, conductos eléctricos, corrientes débiles, cañerías.

44.1. RECOMENDACIONES PARA LA COORDINACIÓN

A continuación se presentan algunos aspectos relevantes que permiten alcanzar una buena coordinación entre especialidades:

- Contar con una detallada programación del proceso de construcción, donde se establezcan los momentos y plazos de trabajo de cada especialidad.
 - Respetar los plazos establecidos.
 - Contar con planos y especificaciones técnicas detalladas para evitar dobles interpretaciones.
 - El trabajo debe realizarse en estricta concordancia con los planos y especificaciones del proyecto. Cualquier modificación que pueda afectar alguna propiedad del cielo (aislación acústica, aislación térmica, resistencia al fuego, etc.) debe ser consultada al coordinador de proyecto. Se recomienda guardar registro de dichas consultas y de las acciones tomadas.
 - En caso de requerir la intervención o desmontaje de un cielo ya instalado, es recomendable que esta actividad sea realizada por el mismo instalador del cielo.

5. Recomendaciones de instalación

Para lograr un adecuado resultado, la instalación de cielos falsos debe realizarse de acuerdo a los planos y especificaciones del proyecto de cielos y a las recomendaciones del fabricante. No realizarlo de esta forma, podría implicar errores con serias consecuencias. En esta sección se mencionan una serie de recomendaciones para la correcta instalación de los cielos falsos.

5.1. Inspección del lugar previo a la instalación

Se debe verificar que el lugar donde se instalará el cielo falso cumpla con las condiciones para desarrollar un trabajo adecuado y seguro. Las áreas de trabajo deben contar con una luminosidad que permita realizarlos de forma correcta y segura. Idealmente, las condiciones de humedad y temperatura durante la instalación deben ser semejantes a las condiciones de operación, debido a que variaciones importantes pueden provocar cambios en las dimensiones de los productos, causantes de problemas como agrietamiento, caídas de elementos, y otros. Se debe velar que otras faenas no representen un riesgo o interfieran en la instalación del cielo falso.

5.2. Transporte y almacenaje de materiales

Los cuidados del transporte y almacenaje de materiales dependen del tipo de material utilizado, y su fragilidad y reacción ante distintos agentes medioambientales.

5.2.1. TRANSPORTE

Al transportar los materiales a obra o dentro de ella, se recomienda tener en cuenta que:

- Los materiales transportados sean los requeridos y en la cantidad solicitada.
- Los materiales no se dañen durante el transporte.

Considerar la vulnerabilidad de los materiales ante efectos climáticos como viento o lluvia.

Se debe proteger los materiales de posibles daños producidos por sobrecarga o movimiento de otros materiales de construcción, considerando las condiciones de embalaje original y las recomendaciones del fabricante.

5.2.2. CONSIDERACIONES ADICIONALES AL TRASLADAR MATERIALES INTERNAMENTE EN LA OBRA

Algunos aspectos adicionales a considerar para el traslado de materiales al interior de la obra incluyen:

- Peso de la unidad mínima de traslado
- Medio de traslado
- Fragilidad del material
- Posición de traslado del material
- Procedimiento de carga y descarga del material en el medio de traslado
- Sistema de amarres de la carga
- Dimensiones de los espacios por los cuales se efectuará el traslado (especialmente el traslado por personas)
- Forma de acopio en el lugar de descarga
- Protección del material en el punto de descarga, antes de su uso

En todos los casos que existan se deben considerar las recomendaciones del fabricante para minimizar daños en los traslados internos.

5.2.3. RECEPCIÓN DE MATERIALES EN OBRA

En la recepción de obra, se deberá controlar, al menos mediante una inspección visual, el estado del material suministrado. En especial, se debe considerar que:

- El producto corresponda a lo indicado en la orden de compra.
- Las placas no deben presentar fisuras, roturas, deformaciones ni humedades.
- No exista corrosión ni daños en los elementos metálicos que puedan afectar la seguridad del sistema.

5.2.4. ALMACENAJE DE MATERIALES

Al almacenar los materiales en obra se recomienda tener en consideración que:

- Las placas deben apoyarse sobre sus caras no sobre los costados. Se debe poner atención en el número de placas que se apilan, siguiendo las indicaciones del fabricante.
- Se debe proteger los productos sensibles a la humedad, temperaturas extremas y rayos UV, almacenándolos

los en recintos cerrados, bajo techo y separados del suelo, de tal forma de evitar cualquier agente que pueda afectar sus propiedades físicas y/o mecánicas.

- Se debe proteger los materiales de posibles daños producidos por transporte de otros materiales de construcción, tránsito de personas o cualquier otro agente que pueda producir algún daño.

5.3. Instalación

La instalación del cielo falso debe efectuarse fielmente de acuerdo a los procedimientos establecidos por el fabricante y especificaciones del arquitecto o diseñador. Se recomienda verificar los puntos que se mencionan a continuación.

5.3.1. INSTALACIÓN DE PERFILES

- Antes de comenzar cualquier trabajo con los perfiles, fijaciones o anclajes se debe verificar que los muros y cielo de la estructura resistente estén terminados y en condiciones (nivelación, limpieza, concordancia con planos, etc.) para proceder a la instalación.
- La instalación debe efectuarse en conformidad a los planos de detalles entregados y siguiendo las especificaciones establecidas por el profesional responsable del diseño y las recomendaciones del fabricante.
- Se debe realizar el trazado y nivelado previo a la instalación de perfiles.
- Las distancias y ubicación de los perfiles, así como los sistemas de soporte de cargas, deben ser los establecidos por diseño y en concordancia con la normativa vigente.
- Se debe identificar cualquier elemento no contemplado en los planos de diseño o que haya sido modificado (cañerías o vigas torcidas, instalaciones eléctricas, shafts, etc.) y realizar las modificaciones de diseño correspondientes previo a la instalación del cielo. Toda modificación al proyecto de cielo se deberá consultar al profesional responsable del diseño a través del coordinador de proyecto.

5.3.2. SISTEMA DE SUSPENSIÓN Y ARRIOSTRE

- La longitud de los alambres del sistema de suspensión debe ser la adecuada para lograr la distancia de piso a cielo indicada en los planos.

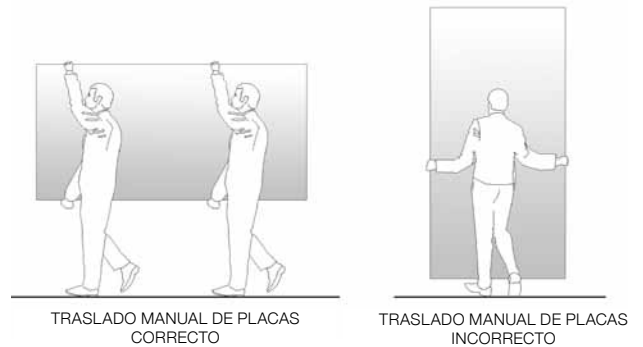


Figura 35. Cuidados de transporte.

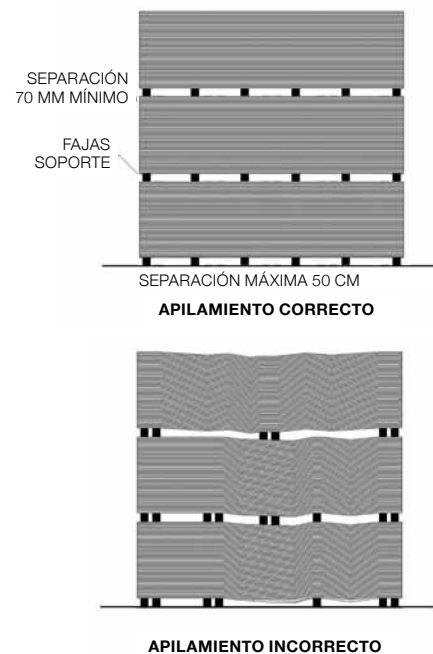


Figura 36. Cuidados de almacenaje de placas.

- Una vez instalado el entramado se debe verificar que cumpla con todos los requisitos para el tipo de cielo falso que se esté instalando (verticalidad, fijaciones, número de cables, etc.).
- Se debe verificar que todos los elementos que lo requieran tengan los alambres de suspensión y arriostramiento correspondientes, inclusive aquellos independientes de la estructura del cielo falso, tales como artefactos de luz, equipos mecánicos o ductos.
- Toda fijación de elementos al entramado debe efectuarse según lo especificado en los planos de proyecto (ubicación, cantidad y tipo de conectores, etc.).
- La ubicación e instalación de arriostres laterales, en el caso que sean necesarios, deben efectuarse de acuerdo al diseño del proyecto.
- Se debe verificar que se hayan dispuesto puntales de compresión conforme a las especificaciones del proyecto.

5.3.3. PLACAS

- Las placas que se instalen deben ser las especificadas por el diseñador.
- La conexión de las placas debe hacerse de forma adecuada (tipo y tamaño de tornillos, ubicación de tornillos o conexiones, etc.).
- Los encuentros con muros perimetrales y las juntas de control se deben efectuar conforme al diseño establecido en planos.
- Se recomienda seguir las instrucciones del fabricante respecto a la unión de las placas.

Se recomienda que, en el caso en que se utilicen placas fijas al entramado (por ejemplo cielos rasos), se realice una inspección al sistema de suspensión, arriostres y perfiles antes de la instalación de las placas.

5.3.4. ENTREGA DEL CIELO FALSO

Una vez instalado el cielo falso, y en forma previa a la entrega definitiva de la obra, debe efectuarse el acabado superficial, evaluar cualquier tipo de daño que pueda existir en el cielo falso para ser reparado, y realizar y verificar el tratamiento de juntas de acuerdo a lo establecido. En esta etapa es posible efectuar pruebas de reflexión de luz y sonido para asegurar que el cielo falso y el recinto se comporten de acuerdo al diseño. Se debe verificar que las otras instalaciones que interactúan con el cielo estén funcionando correctamente para evitar daños o atenciones técnicas posteriores.

6. Control de instalaciones

Como se mencionó en el Capítulo 5, durante el proceso de construcción e instalación de cielos falsos se pueden cometer errores que lleven a obtener un cielo con características distintas a las proyectadas. Es importante identificar estos errores y problemas a tiempo, en las etapas iniciales del proceso constructivo, para tomar oportunamente las medidas correctivas que eviten gastos innecesarios.

El profesional a cargo de la inspección de las obras debe tener pleno dominio sobre los requisitos de instalación que cada tipología de cielo falso debe satisfacer (resistencia al fuego, aislamiento térmico y acústico, detallamiento sísmico, etc.). A su vez, los planos y especificaciones técnicas del sistema deben ser claros y precisos, orientados a minimizar cualquier posibilidad de doble interpretación.

6.1. Desarrollo de inspección

Si bien el ideal es contar con una inspección y supervisión permanente del proceso de instalación, en la práctica muchas veces esto es inviable. A continuación se indican algunos de los hitos del proceso constructivo de los cielos falsos donde se recomienda, al menos, realizar inspecciones:

- Inspección del lugar previo a la instalación.
- Inspección del transporte (recepción conforme de los materiales).
- Inspección del lugar y condiciones de almacenaje en obra de los materiales.
- Inspección de instalación:
- Instalación de estructura (perfiles)
- Instalación de placas
- Instalación de accesorios y luminarias
- Recepción del cielo falso.

En cada uno de estos puntos deben considerarse las recomendaciones del fabricante y del diseñador. A su vez, se recomienda verificar el cumplimiento de los aspectos tratados en el Capítulo 3, que aborda las consideraciones sísmicas, y en el Capítulo 5, donde se abordan recomendaciones para la instalación. Si bien cada uno de los puntos es relevante para lograr un cielo falso con las características deseadas, la instalación del cielo falso requiere de especial cuidado, sobre todo si se trabaja en zonas sísmicas. Las otras etapas del proceso constructivo del cielo falso dependerán de las condiciones de cada obra y de las características de cada cielo falso, resultando en numerosas variables que deben ser consideradas para cada proyecto en particular.

6.2. Inspección de Instalación

Una de las maneras más sencillas de realizar una inspección de la instalación es a través de una lista de chequeo. Las listas de chequeo deben incluir cada aspecto abordado en el diseño del cielo falso para asegurar su cumplimiento e implementación en obra. Las listas de chequeo deben desarrollarse para cada proyecto en particular ya que puede haber requisitos especiales como sistemas contra fuego, aislación acústica u otras especificaciones del diseñador.

En las páginas siguientes se presentan tres listas de chequeo tipo, que muestran los puntos más relevantes a inspeccionar durante el proceso de montaje de la estructura del cielo falso, montaje de las placas y montaje de los accesorios y luminarias en el cielo falso.

6.2.1. MONTAJE DE ESTRUCTURA**INSPECCIÓN DEL MONTAJE DE LA ESTRUCTURA DEL CIELO FALSO**

ITEM	Cumple	No Cumple	Observación
1. Cumplimiento con la especificación (cumplimiento de propiedades)			
2. Cumplimiento del proyecto y condiciones de diseño (color, variaciones de tono, sentido de la trama, textura, formato, entre otras)			
3. Cumplimiento del trazado (nivel)			
4. Condiciones del material (perfiles y placas)			
5. Condiciones de obra (obra terminada, muros o tabiques terminados, cerramientos, etc.)			
6. Instalaciones terminadas			
7. Planeidad (de acuerdo a especificación)			

6.2.2. MONTAJE DE PLACAS**INSPECCIÓN DEL MONTAJE DE LAS PLACAS DEL CIELO FALSO**

ITEM	Cumple	No Cumple	Observación
1. Cumplimiento con la especificación (cumplimiento de propiedades)			
2. Cumplimiento del proyecto y condiciones de diseño (color, variaciones de tono, sentido de la trama, textura, formato, entre otras)			
3. Planeidad (de acuerdo a especificación)			

6.2.3. MONTAJE DE ACCESORIOS Y LUMINARIA**INSPECCIÓN DEL MONTAJE DE ACCESORIOS Y LUMINARIA EN CIELO FALSO**

ITEM	Cumple	No Cumple	Observación
1. Cumplimiento con la especificación (cumplimiento de propiedades)			
2. Cumplimiento del proyecto y condiciones de diseño (color, variaciones de tono, sentido de la trama, textura, formato, entre otras)			
3. Limpieza			
4. Terminaciones/accesorios			
5. Planeidad (de acuerdo a especificación)			
6. Planos firmados			

6.3. Inspección de requisitos de diseño sísmico

A continuación se presentan una serie de listas de chequeo tipo, separadas según el área y tipo del cielo falso, que muestran los puntos más relevantes a inspeccionar para cumplir con los requisitos de diseño sísmico de cielos falsos. Estas listas de chequeo se basan en el detallamiento sísmico prescriptivo de la norma NTM-001. La descripción de cada requisito indicado en estas listas de chequeo fue presentada en el capítulo 3.

6.3.1. INSPECCIÓN DE CIELOS FALSOS MODULARES SUSPENDIDOS CON ÁREAS MENORES A 13,4 m²

Como se estableció en el Capítulo 3, los cielos falsos con áreas menores a 13,4 m² y que están rodeados por tabiques, muros u otros elementos estructuralmente resistentes, quedan exentos de cumplir con requisitos normativos de diseño sísmico. Por lo tanto, para cielos con esta característica sólo se debe verificar que efectivamente su área sea menor a 13,4 m².

6.3.2. INSPECCIÓN DE CIELOS FALSOS MODULARES SUSPENDIDOS CON ÁREAS MAYORES O IGUALES A 13,4 m² Y MENORES O IGUALES A 92,9 m²

INSPECCIÓN DE CIELO FALSO SUSPENDIDO MODULAR (13,4m ² ≤ ÁREA ≤ 92,9m ²)			
ITEM	Cumple	No Cumple	Observación
1. Elemento Perimetral			
1.1 Elemento perimetral de ancho mínimo de 5 cm o de menor ancho (2 cm mínimo) con clip antisísmico calificado.			
1.2 Continuidad del elemento perimetral por todo el perímetro incluyendo vigas y columnas			
1.3 Entramado fijo en dos muros adyacentes (entre los perfiles y el elemento perimetral) y libre, con espacio fuelle, en los otros dos muros.			
2. Perfiles			
2.1 Utilización de perfiles principales Heavy Duty.			
3. Barras estabilizadoras			
3.1 Ubicada a menos de 20cm de los muros donde exista holgura para deslizar (o utilizar clip antisísmico aprobado)			
3.2 Distanciamiento máximo de 150cm y a menos de 60cm de los muros donde se fija el entramado al elemento perimetral, en caso que el entramado no posea perfiles secundarios (perfiles secundarios pueden cumplir la función de barra estabilizadora)			

continúa...

INSPECCIÓN DE CIELO FALSO SUSPENDIDO MODULAR ($13,4m^2 \leq \text{ÁREA} \leq 92,9m^2$)

ITEM	Cumple	NO Cumple	Observación
4. Alambres de suspensión			
4.1 No deben ser de diámetro menor a $2,65 \pm 0,05mm$ (12 ga)			
4.2 Alambre no más de 20cm de las paredes en todos los perfiles apoyados en el elemento perimetral			
4.3 Distanciamiento máximo de 120cm en ambas direcciones			
4.4 Inclinación no mayor a 10° c/respecto a la vertical			
4.5 Conexión con entramado y conector a estructura resistente: no menos de 3 vueltas en 7,6 cm			
4.6 No deben interferir con ningún componente o sistema no estructural ni con otros equipos			
4.7 Extremo superior de alambres sujetos a estructura resistente con conector conforme a especificaciones de proyecto			Tipo de conector:
4.8 Resistencia mínima de la conexión 45 kg			
5. Elementos fijos que crucen cielo falso:			
5.1 Holgura de 5cm alrededor del elemento fijo en toda dirección (por ejemplo sprinklers, cañerías de fierro fijas, etc.) para permitir 2,5cm de movimiento horizontal en todas direcciones			
6. Artefactos de luz			
6.1 Con peso menor a 4,5kg: puede apoyarse en la perfilera, mínimo 2 conectores y 2 alambres no tensos de diámetro $2,65 \pm 0,05mm$ (12 ga)			
6.2 Con peso entre 4,5kg y 25kg: soportados y arriostrados independientemente de la estructura del cielo falso, además deben poseer mínimo 2 alambres de $2,65 \pm 0,05mm$ (12 ga) de diámetro			
6.3 Con peso mayor a 25kg: sujeto directamente a estructura resistente con sujeción especial			
7. Otros Servicios instalados en o interactuando con cielo falso			
7.1 Con peso menor a 9kg: conexión directa a elementos principales del cielo falso, pero amarrados para no caerse			
7.2 Con peso entre 9kg y 25kg: conexión directa a elementos principales del cielo falso y 2 cables no tensos de $2,65 \pm 0,05mm$ (12 ga) de diámetro. Los secundarios deben soportar como un HD			
7.3 Con peso mayor a 25kg: sujeto directamente a estructura resistente con sujeción especial			
7.4 Tabique de altura parcial o interactuando con cielo falso: arriostrado lateralmente de manera independientemente			
8. Bandejas e instalaciones eléctricas			
8.1 No deben apoyarse en el entramado de perfiles del cielo			

6.3.3 INSPECCIÓN DE CIELOS FALSOS MODULARES SUSPENDIDOS CON ÁREAS MAYORES A 92,9 m² Y MENORES O IGUALES A 232 m²

INSPECCIÓN DE CIELO FALSO SUSPENDIDO MODULAR (92,9m ² < ÁREA ≤ 232m ²)			
ITEM	Cumple	No Cumple	Observación
1. Cumplimiento de requisitos establecidos en lista de chequeo de punto 6.3.2			
2. Arriostramiento Lateral			
2.1 Alambres 2,65 ± 0,05mm (12 ga)			
2.2 4 Alambres a 90° en planta e inclinación no mayor a 45° c/r a horizontal			
2.3 Alambres conectados a perfil principal a una distancia máxima de 5cm de intersección con perfil secundario			
2.4 Extremo superior de alambres sujetos a estructura resistente con conector conforme a especificaciones de proyecto			Tipo de conector:
2.5 Puntal vertical entre entramado y estructura resistente cada máximo 360cm en el interior y 180cm desde muros perimetrales			
2.6 Arriostres distanciados a máximo 360cm en ambas direcciones			
2.7 Arriostres a máximo 180cm de muros perimetrales			
2.8 Arriostres a mínimo 15cm de cualquier ducto, canalización eléctrica, etc.			
2.9 Cambios de alturas en plano del cielo arriostrados independientemente			

6.3.4 INSPECCIÓN DE CIELOS FALSOS MODULARES SUSPENDIDOS CON ÁREAS MAYORES A 232 m²

INSPECCIÓN DE CIELO FALSO SUSPENDIDO MODULAR (ÁREA > 232M ²)			
ITEM	Cumple	No Cumple	Observación
1. Subdivisiones			
1.1 Áreas de cielos falsos continuos no mayores a 232m ²			
1.2 Relación largo sobre ancho no mayor a 4			
1.3 Cumplimiento de requisitos establecidos en lista de chequeo de punto 6.3.2 y 6.3.3 (en el caso que aplique) para cada subdivisión			
2. Juntas símicas: en perfiles principales y/o secundarios según el caso (depende del lay out o forma del área):			
2.1 Aceptar un movimiento horizontal del cielo perpendicular a la junta de al menos 20 mm			

6.3.5. INSPECCIÓN DE CIELOS FALSOS RASOS

La inspección de cielos falsos rasos, tanto suspendidos como fijos, debe efectuarse de acuerdo a lo establecido en el diseño específico del cielo falso. Se recomienda crear una lista de chequeo, como la que se muestra a modo de ejemplo a continuación, para asegurar el cumplimiento de todos los detalles que se especifiquen en el diseño del cielo falso. Esta lista debe efectuarse para cada proyecto en particular ya que, al contrario de los cielos falsos modulares, no existen requisitos prescriptivos definidos para la instalación de cielos rasos en zonas sísmicas.

INSPECCIÓN DE CIELO FALSO SUSPENDIDO RASO			
ITEM	Cumple	No Cumple	Observación
1. Perfil Perimetral			
1.1 Ancho mínimo de elemento de soporte			Obtenido de diseño.
1.2 Proveer holgura perimetral establecida por diseño			
2. Alambres de suspensión			Otro sistema de suspensión.
2.1 No deben ser de diámetro menor a $2,65 \pm 0,05\text{mm}$ (12 ga)			
2.2 Distanciamiento establecido por diseño			
2.3 No deben interferir con ningún componente o sistema no estructural ni con otros equipos			
2.4 Extremo superior de alambres sujetos a estructura resistente con conector conforme a especificaciones de proyecto			Tipo de conector:
3. Arriostramiento Lateral (cielos con área mayor a 25m^2 y alambres de suspensión mayor o igual a 30cm):			
3.1 Alambres de mínimo $2,65 \pm 0,05\text{mm}$ (12 ga)			
3.2 Extremo superior de alambres sujetos a estructura resistente con conector conforme a especificaciones de proyecto			Tipo de conector:
3.3 Puntal vertical instalado en cada arriostramiento lateral			
3.4 Arriostres distanciados a máximo 360cm en ambas direcciones			
3.5 Primer arriostre a máximo 180cm de muros perimetrales			
3.6 Arriostres a mínimo 15cm de cualquier ducto, canalización eléctrica, etc.			
3.7 Cambios de alturas en plano del cielo arriostrados independientemente			
4. Elementos fijos que crucen cielo falso			
4.1 Holgura establecida por diseño			
5. Artefactos de luz y otros servicios instalados en o interactuando con cielo falso			
5.1 Proveer soporte al cielo falso o estructura resistente de acuerdo a especificaciones de diseño			

7. Recomendaciones de uso y mantención

A continuación se presentan una serie de recomendaciones sobre el uso y la mantención de cielos falsos tanto modulares como rasos.

7.1. Información sobre mantenimiento de cielos modulares

Los sistemas de cielos modulares de fibra mineral, fibra de vidrio y paneles de yeso, en general solo requieren limpieza y eventualmente pintura. Para el caso de cielos con características especiales, tales como: acústicos, higiénicos, para protección al fuego, entre otros si fuera necesario algún tipo de mantenimiento, se recomienda seguir los procedimientos descritos a continuación para conservar las propiedades físicas que les dan alto rendimiento y apariencia.

7.1.1. RECOMENDACIONES PARA LA LIMPIEZA

El usuario deberá identificar la materialidad de los paneles que requieren limpieza, y en función de ello, seguir un procedimiento adecuado de limpieza y siempre cumpliendo con las recomendaciones del fabricante. A continuación se presentan algunas sugerencias.

La tierra y el polvo suelto pueden limpiarse simplemente con un plumero o aspiradora. Los accesorios para aspiradoras tales como los diseñados para limpiar tapicería o paredes funcionan bien. Se recomienda limpiar en una sola dirección, así no habrá riesgo de restregar el polvo en la superficie de los paneles.

Una vez eliminado el polvo suelto, se pueden borrar las rayas de lápices, manchas ligeras o polvo utilizando una goma de borrar. Sin embargo, también se puede utilizar un buen producto para limpiar paredes.

Asegúrese de que el producto para limpiar esté vigente. La mayoría de los paneles de fibra mineral pueden limpiarse con un paño o esponja ligeramente humedecida en agua y jabón neutro (no así en paneles de superficie de tela). Después de lavar el frente del panel, cualquier humedad que queda debe secarse con una tela seca o papel absorbente. Consultar con cada fabricante en casos especiales, ya que la superficie de los cielos y su resistencia a la humedad varían según su materialidad.

En los paneles con acabados poliméricos (por ejemplo, vinílicos), la humedad no afecta mayormente, por lo que se permite lavarlos repetidas veces con jabones neutros y limpiadores germicidas.

En el caso de los cielos higiénicos (que contienen fungicidas, bactericidas, biocidas o germicidas), salvo aquellos en que esté expresamente indicado por el fabricante, no se recomienda limpiar ni lavar, ya que podrían perder su propiedad.

En el caso de los perfiles, se debe limpiar con esponja o producto no abrasivo y procurar que no quede húmedo luego de limpiar debido a posibilidades de oxidación.

7.1.2. RECOMENDACIONES SOBRE LA PINTURA

En general, no debe aplicarse ningún tipo de pintura en los cielos modulares. En particular, no se deben pintar ni retocar los cielos con bactericidas, fungicidas o tratamientos antimicrobianos.

Sin embargo, en casos estrictamente necesarios, los paneles se pueden pintar siguiendo las recomendaciones del fabricante sobre el tipo de pintura que es posible aplicar.

En el caso que se pinten los paneles, es altamente probable que se alteren algunas de las características de estabilidad dimensional, resistencia al fuego, de rendimiento acústico, o de reflectancia lumínica, entre otras.

Al pintar las placas acústicas, el pintor deberá evitar obstruir las perforaciones o aberturas del material, debido a que las ondas sonoras pasan por dichas aberturas en la superficie y penetran en el interior de las placas acústicas en donde son absorbidas.

En caso que se requiera pintar, es recomendable que se retiren las palmetas, se mantengan horizontales hasta que terminen su proceso de secado para luego volverlas a instalar.

La pintura con atomizador resultará en una capa más uniforme en las superficies en relieve o irregulares.

7.1.3. ¿CÓMO TRABAJAR EN EL PLENUM?

Registrar el cielo requiere de conocimientos específicos, por lo que en el caso que sea requerido trabajar en el plenum o registrar el espacio entre el cielo y la estructura superior, se recomienda:

- Estudiar los planos as-built del cielo e instalaciones que serán registradas.
- Que la persona que tendrá acceso al plenum cuente con los conocimientos específicos con respecto al sistema constructivo instalado. De lo contrario, se puede

incurrir en errores, daños o accidentes.

- Para trabajar en el plenum se debe contar con los equipos, herramientas y elementos de protección personal adecuados para esta faena. En particular, no se debe apoyar escaleras ni elementos pesados en la estructura de soporte del cielo.
- Como medida de seguridad, antes de trabajar en el plenum es recomendable cortar el suministro eléctrico en la zona donde se trabajará.
- Se debe asegurar no ensuciar el cielo durante la manipulación. Se recomienda trabajar con las manos limpias o guantes limpios.
- Por lo general, la estructura del cielo está diseñada para soportar el peso de las placas, por lo que se recomienda no pisar sobre el cielo ni cargar con peso adicional.
- Una vez concluida la faena de reparación o mantenimiento que motivó el registro, se debe recuperar el estado inicial del sistema constructivo (fijaciones, elementos de seguridad, clips antisísmicos, alambres, postes de compresión, juntas de dilatación, barras estabilizadoras, entre otras).
- En particular, se debe asegurar que la dirección de las placas mantenga la condición original.

7.2. INFORMACIÓN SOBRE MANTENIMIENTO DE CIELOS RASOS

Los cielos rasos requieren generalmente sólo de pintura y limpieza. Para limpiar suciedad se puede utilizar un plumero, aspiradora, paño o esponja levemente humedecida. Los sistemas de cielos falsos rasos no presentan inconvenientes al ser pintados, por lo que si existe suciedad que no ha podido ser removida con alguno de los métodos recién mencionados, el cielo puede ser pintado o, en efecto, repintado. En el caso de cielos rasos acústicos, se debe evitar pintar las perforaciones con el fin de no perder su propiedad.

La mayoría de los cielos rasos son sensibles a la humedad, por lo que se debe evitar utilizar excesos de agua en el proceso de limpieza, ya que puede afectar su apariencia y estabilidad.

En caso que se produzcan daños puntuales en placas de cielo raso, existen técnicas para repararlas cortando solo la parte dañada, sin la necesidad de remover la placa completa. Estas técnicas son de relativa complejidad y deben ser efectuadas por especialistas o siguiendo las recomendaciones del fabricante.



31

**Cielos Falsos:
Rasos y Modulares
2012**



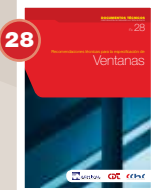
30

**Anuario Energético
2012**



29

**Protección Sísmica de Estructuras.
Sistemas de Aislación Sísmica
y Disipación de Energía
2011**



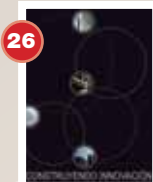
28

**Recomendaciones Técnicas
para la Especificación
de Ventanas
2011**



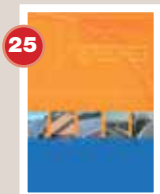
27

**Inspección Técnica de Obras:
Una Mirada al Futuro
de la Calidad
2011**



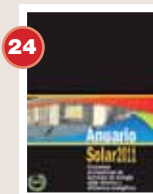
26

**Construyendo Innovación
2010**



25

**Sistemas Solares
Térmicos II
2010**



24

**Anuario Solar 2011
2010**



23

**Recomendaciones Técnicas
para Proyectos de Cubiertas
Vegetales
2010**



22

**Compendio Técnico para Maquinaria
de Movimientos de Tierra
2010**



21

**Reacondicionamiento Térmico
de Viviendas en Uso
2010**



20

**Manual de Tolerancias
para Edificaciones
2009**



19

Aislación Térmica Exterior
Manual de Diseño para
Soluciones en Edificaciones
2008



18

Sistemas Solares Térmicos
2007



17

Guías para resultados para la
optimización de la logística
interna en obras de
construcción
2007



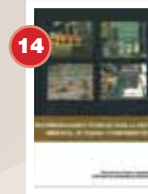
16

Diagnóstico de la relación
Mandante Contratista
2006



15

Recomendaciones Técnicas
para el diseño, fabricación,
instalación y mantención de
muros cortinas
2006



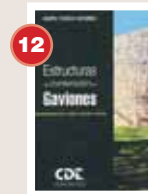
14

Recomendaciones Técnicas para
la Gestión Ambiental en Faenas y
Campamentos
2005



13

Guía de Diseño y Construcción
Sustentable
2005



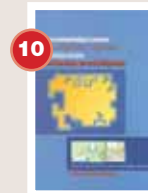
12

Estructuras de Contención
en Gaviones
2004



11

Recomendaciones Técnicas
para Demarcaciones
Horizontales
2004



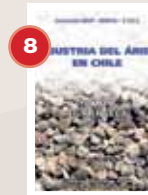
10

Recomendaciones para proyectar
y ejecutar Instalaciones Sanitarias
Domiciliarias
2003



9

Recomendaciones para
Diseño, Ejecución y Control
de Suelo Mecánicamente
Estabilizado con Armadura
Inextensible
2002



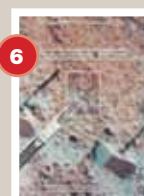
8

Industria del Árido en Chile
TOMO II
2001



7

**Industria del Árido en Chile
TOMO I
2001**



6

**Recomendaciones para Diseño,
Ejecución y Control de Anclajes
Inyectados y Postensados
en Suelos y Rocas
2001**



5

**Recomendaciones para
Pintado Arquitectónico
2000**



4

**Recomendaciones para
la Selección e Instalación
de Ventanas
1999**



3

**Efectos del Agua Lluvia en
Muros de Albañilería
y Problemas de Humedad
en Elementos Constructivos
1998**



2

**Incentivos en la Construcción
1998**



1

**Recomendaciones para el
Diseño de Pavimentos en Chile
Según AASHTO
1997**



Cielos Falsos: Rasos y Modulares

El presente documento tiene por objetivo establecer recomendaciones técnicas para la selección, especificación, diseño, instalación, inspección y mantención para cielos falsos. En él se describen las funciones y características de distintos tipos de cielos falsos y de cada uno de sus componentes, poniendo especial énfasis en las consideraciones de diseño sísmico.

Adicionalmente, se describen aspectos fundamentales para su selección, tales como protección contra fuego, acondicionamiento acústico, resistencia a la humedad, optimización de luz, entre otras variables.

